

桂西南褐翅鸦鹃的孵卵行为与节律

伊剑锋^① 林源^① 徐雪怡^① 农正权^② 余丽江^{①*}

① 广西大学动物科学技术学院 南宁 530005; ② 广西弄岗国家级自然保护区 龙州 532400

摘要: 2016年3~6月,在广西西南部龙州县弄岗村(22°26'35.20"~22°30'46.90"N, 106°57'46.35"~107°03'32.99"E),通过野外观察和自动温度记录仪相结合的方法对褐翅鸦鹃(*Centropus sinensis*)的孵卵行为与节律进行了研究。结果表明,1)褐翅鸦鹃边筑巢边产卵,每2 d产1枚卵,卵长径和短径分别为(36.11±0.42) mm和(28.46±0.38) mm,卵重(16.35±0.51) g ($n=44$ 枚)。窝卵数3~5枚,孵卵期为(16.75±1.65) d ($n=4$ 巢),孵化率为45.45% ($n=44$ 枚)。孵卵期与窝卵数之间无显著相关性($r=0.865$, $P>0.05$); 2)白天双亲共同参与孵卵,夜晚则由其中1只负责。夜间亲鸟的在巢时间从19时左右持续至翌日晨6时左右; 3)亲鸟采取离巢次数少和离巢时间长的孵卵策略。亲鸟日活动时间在700 min以上($n=45$ d),日离巢次数为(8.82±0.34)次($n=45$ d),平均每次离巢持续时间为(52.91±2.35) min ($n=397$ 次),每次离巢持续时间与环境温度呈显著负相关关系($r=-0.113$, $P<0.05$); 4)巢内平均孵卵温度为(31.7±0.3) °C ($n=4$ 巢),随孵卵天数增加而增加,并与环境温度(最高温 $r=0.566$,最低温 $r=0.537$,平均温 $r=0.706$, $P<0.01$)和日活动时间正相关($r=0.506$, $P<0.01$); 5)有延迟孵卵行为。延迟孵卵期间夜晚巢内最低温是22.1 °C。在桂西南热带气候环境中,高的环境温度是保障褐翅鸦鹃孵卵成功的主要因素之一。

关键词: 桂西南; 褐翅鸦鹃; 孵卵节律; 自动温度记录技术

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263 (2017) 04-574-09

Incubation Behavior and Rhythm of Greater Coucal (*Centropus sinensis*) in Southwest Guangxi

YI Jian-Feng^① LIN Yuan^① XU Xue-Yi^① NONG Zheng-Quan^② YU Li-Jiang^{①*}

① College of Animal Science and Technology, Guangxi University, Nanning 530005; ② Guangxi Nonggang National Nature Reserve, Longzhou 532400, China

Abstract: During March to June 2016, we studied the incubation behavior and rhythm of Great Coucal (*Centropus sinensis*) using data-logger in Nonggang, Guangxi Province (22°26'35.20" - 22°30'46.90"N, 106°57'46.35" - 107°03'32.99"E). Through systematic search and tracking the birds' behavior, we totally found 12 nests. Then, incubation data were obtained by regular observation and automatic temperature

基金项目 广西自然科学基金项目 (No. 2015GXNSFAA139093);

* 通讯作者, E-mail: yulj1709@126.com;

第一作者介绍 伊剑锋, 男, 硕士研究生; 研究方向: 动物生态学; E-mail: yijianfeng11@163.com.

收稿日期: 2017-01-20, 修回日期: 2017-03-22 DOI: 10.13859/j.cjz.201704004

recorders from 8 nests. The results showed that: 1) The bird laid one egg every two days while still in the period of nest building. The long and short axis of the eggs were 36.11 ± 0.42 mm and 28.46 ± 0.38 mm respectively, and the egg weight was 16.35 ± 0.51 g ($n = 44$ eggs). The clutch size were 3 - 5 eggs and the incubation period was 16.75 ± 1.65 d ($n = 4$ nests). The hatching rate was 45.45% ($n = 44$ eggs) (Table 1). There was no significant correlation between clutch size and incubation period (Pearson correlation, $r = 0.865$, $P > 0.05$); 2) Both adults participated in incubation during the daytime, but only one bird incubated eggs at night. Usually, the one which in charge the job at night stayed at the nest around 19:00 and would last to around 06:00 of the next day (Fig. 2); 3) The length of daily activities was over 700 min ($n = 45$ d) and the birds took 8.82 ± 0.34 times ($n = 45$ d) of the recesses per day. Average recess time was 52.91 ± 2.35 min ($n = 397$ times) which has significant negative correlated to the ambient temperature ($r = -0.113$, $P < 0.05$) (Table 3, Fig. 4). We suggest the incubation strategy of the birds being lower leaving nest frequency and longer recess time; 4) The average incubation temperature in the nest was 31.7 ± 0.3 °C ($n = 4$ nests) and increased with nest age (Table 2, Fig. 3). It was positive correlated to the ambient temperature (maximum temperature, $r = 0.566$; minimum temperature, $r = 0.537$; mean temperature $r = 0.706$, $P < 0.01$) and the length of activities ($r = 0.506$, $P < 0.01$); 5) Normally the parents started to incubate right after the clutches were full, however, one nest was delayed incubation by parents for 9 days, during that period, the nest temperature dropped to a minimum of 22.1 °C at night. Under north tropical climate condition in the southwest Guangxi, we suggest high ambient temperature would be an important beneficial factor to the incubating of the Great Coucal.

Key words: Southwest Guangxi; Great Coucal, *Centropus sinensis*; Incubation rhythm; Data-logger

鸟类的孵卵节律是鸟类繁殖生物学研究中的一个重要内容,对全面了解物种的生活史有着重要的意义,同时也能为珍稀物种的保护以及人工繁育提供科学依据。有研究表明,鸟类在孵卵过程所消耗的能量与育雏期相当,单雌孵卵的甚至会更高(Williams 1993)。因此,不同繁殖行为、不同体型大小、不同环境中的繁殖鸟类会依据其自身状况和环境因子,权衡孵卵与取食的能量和时间分配,从而采取不同的孵卵节律来完成繁殖(贾陈喜等 2003,丛培昊等 2008)。

褐翅鸦鹃(*Centropus sinensis*)隶属鹃形目杜鹃科鸦鹃属,是《中国濒危动物红皮书——鸟类》易危种,国家II级保护野生动物。国内分布于广东、广西、云南、福建等近12个省级行政区(郑光美 2011)。迄今为止,对于该物种的繁殖生态学相关研究极少,国内仅有对其巢、卵、雏鸟等进行的简单描述(李小惠等 1983,蒋德梦等 2013)以及繁殖期与其他鸟类

关系的报道(李璠等 2007)。近两年来,我们对桂西南褐翅鸦鹃的生态生物学进行了研究。本文将从褐翅鸦鹃的产卵和孵卵行为、孵卵温度、孵卵节律等方面进行分析,以期获得完善的基础繁殖资料并探讨其孵卵策略。

1 研究区域与方法

1.1 研究区域概况

研究地位于广西西南部的龙州县弄岗村($22^{\circ}26'35.20'' \sim 22^{\circ}30'46.90''N$, $106^{\circ}57'46.35'' \sim 107^{\circ}03'32.99''E$),属于典型的喀斯特地貌。研究地处于热带边缘,属北热带湿热气候,干湿季节区分明显,年均降雨量为1260.4 mm,年均气温为22.4 °C。因地表构成主要为石灰岩,造成其地下水资源丰富,地表径流很少,仅有一些季节性小河。海拔在300 ~ 600 m之间,垂直落差高(广西壮族自治区林业厅 1993)。石山之间的洼地被开垦为农田,主要种植甘蔗(*Saccharum officinarum*)、玉米(*Zea mays*)等

农作物。

1.2 研究方法

2016年3~6月,采用系统搜索法和追踪亲鸟行为来寻找褐翅鸦鹃的巢。找到巢后则依据巢内情况判断其所处的繁殖阶段,若刚开始繁殖(巢中无卵或仅有1枚卵)就安置一台双探头的L91-2型自动温度记录仪(杭州路格科技有限公司),其中一个探头置于巢内,一个置于巢外。用双筒望远镜(Sicong 8×42)观察亲鸟的行为,同时每天定期查巢以确定产卵时间,然后按卵产出先后顺序进行标记和称重(香山电子口袋秤EHA17,精度0.01g),进入孵卵期之后则每隔1d称量一次。

L91-2型自动温度记录仪量程为-40.0~100.0℃,精度0.1℃,可连续记录16334组数据。巢内的探头放在巢底部几枚卵的中央,低于卵的高度。记录仪主体通过导线与探头相连,埋入巢下方的芒草(*Miscanthus* sp.)中进行伪装。两探头都设置为每60s记录一次数据,可连续记录11d,每隔10d将数据下载至笔记本中进行分析,然后按原设置重新记录。

孵卵期可根据温度记录仪所记录的数据确定,同时结合人工观察结果,对亲鸟每次离巢、入巢和留巢等行为的分配时间进行判断和分

析。日活动时间指每天亲鸟第一次离巢与最后一次回巢之间的时间长度(Morton et al. 1985)。坐巢率指每日亲鸟在巢内时间与日活动时间的比率(毕中霖等 2003)。卵重及温度记录仪采集的数据均采用IBM SPSS 19.0软件进行分析。均值数据采用平均值±标准误(Mean±SE)表示。相关性分析均采用Pearson相关。方差分析采用One-Way ANOVA。

2 结果与分析

2.1 褐翅鸦鹃的基本繁殖资料

2016年,在龙州县弄岗村共发现褐翅鸦鹃的繁殖巢12个,其中10巢有卵,但仅8巢记录到温度数据(表1)。褐翅鸦鹃的繁殖产卵期为4月初至5月底,当亲鸟搭建好巢的底部后便开始产卵,之后一边筑巢一边产卵。每2d产1枚卵,产卵周期为48h。卵长径为(36.11±0.42)mm,短径为(28.46±0.38)mm,卵重(16.35±0.51)g($n=44$ 枚)。窝卵数3~5枚,平均(4.5±0.27)枚($n=8$ 巢)。孵化率为45.45%($n=44$ 枚),平均孵卵期为(16.75±1.65)d($n=4$ 巢)。亲鸟大多在产完第4枚卵之后开始坐巢孵卵,孵卵期与窝卵数之间无显著相关性($r=0.865$, $P>0.05$)。观察到一巢

表1 褐翅鸦鹃的巢资料

Table 1 Nest data of Greater Coucal

巢号 Nest No.	窝卵数 Clutch size	产满窝卵日期 (月-日) Date of clutch size (Month-date)	开始孵卵日期 (月-日) Start date of incubation (Month-date)	孵卵期 Incubation Period (d)	雏鸟数 Number of chicks	孵化率 Hatching rate (%)	飞出雏鸟数 Number of fledglings
1	5	4-20	4-18	—	—	—	—
2	5	4-23	4-21	19	5	100	5
3	5	4-14	—	—	4	80	—
4	3	4-30	5-08	12	3	100	3
5	5	4-30	4-28	—	—	—	—
6	4	4-29	4-29	17	4	100	4
7	4	5-09	5-09	19	4	100	4
10	5	5-22	5-20	—	—	—	—
平均 Average	4.5±0.27	—	—	16.75±1.65	4±0.3	96±4	4±0.4

— 表示卵或雏鸟被捕食。— Eggs or nestlings be preyed.

(4 号巢) 有延迟孵卵行为: 雌鸟在 4 月 30 日产第 3 枚卵后既没有继续产卵也没有开始孵卵, 而是一直在巢附近活动并偶尔到巢内察看, 直到 9 d 后亲鸟才开始孵卵, 经 12 d 孵卵期后 3 枚卵全部成功孵化, 最终雏鸟亦成功离巢。

孵卵期中日平均卵重的变化见(图 1)。随着孵卵时间的增加, 卵重逐渐降低($r = -0.987$, $P < 0.01$)。卵平均每日减少的重量分别是 2 号巢 (0.11 ± 0.01) g ($n = 4$ 枚), 3 号巢 (0.12 ± 0.01) g ($n = 4$ 枚), 6 号巢 (0.12 ± 0.01) g ($n = 4$ 枚), 7 号巢 (0.12 ± 0.01) g ($n = 4$ 枚), 10 号巢 (0.10 ± 0.01) g ($n = 5$ 枚), 这 5 个巢中的卵重平均每天减少 (0.12 ± 0.01) g ($n = 5$ 巢)。

2.2 孵卵行为

褐翅鸦鹃双亲共同参与孵卵, 白天有亲鸟同时在巢、同时离巢和交替孵卵 3 种行为, 夜晚只有其中一方卧巢。图 2 所示的是进入孵卵期之后, 巢内温度所具有的典型情况, 即夜间巢内温度维持在一个稳定的范围内, 白天则随着亲鸟的活动而出现上下波动。通常, 亲鸟在 19:00 时左右回巢, 持续待在巢内直至翌日早晨 06:00 时左右, 之后开始日间的活动。白天, 随着温度的升高, 亲鸟会逐渐减少每次的坐巢时间。但当环境温度处于持续高温时 (14:30 ~ 17:00 时) 亲鸟则增加在巢时间, 为卵遮阳和降温, 因此表现出巢内温度低于环境温度的情形

(图 2)。

2.3 孵卵节律

2.3.1 孵卵温度 在日活动期内, 亲鸟在巢孵卵时的巢内平均最高温为 (35.6 ± 0.3) °C, 离巢时的巢内平均最低温为 (25.5 ± 0.3) °C, 巢内平均温度为 (31.7 ± 0.3) °C, 其中巢内平均最低温略低于巢外的环境平均温度 (25.9 ± 0.3) °C ($n = 4$ 巢) (表 2)。夜晚的巢内平均温度为 (32.2 ± 0.1) °C, 巢外的环境平均温度为 (23.7 ± 0.1) °C ($n = 4$ 巢)。

值得一提的是, 4 号巢的亲鸟自产满卵 9 d 后才开始孵卵。在无亲鸟孵卵期间, 白天巢内均温为 (27.7 ± 0.1) °C, 最高达 36.2°C; 夜间巢内最低温为 22.1°C ($n = 9$ d)。

随着孵卵天数的增加, 巢内平均温度呈现逐渐上升趋势, 从 29.3°C 到 36.4°C ($R^2 = 0.152$, $P < 0.01$) (图 3)。Pearson 相关性分析显示, 巢内与巢外环境温度在最高温、最低温和均温上均极显著相关 (最高温: $r = 0.566$, 最低温: $r = 0.537$, 均温: $r = 0.706$, $P < 0.01$), 与日活动时间也呈极显著相关 ($r = 0.506$, $P < 0.01$)。

2.3.2 亲鸟活动节律 对温度数据记录完整的 2 号、4 号、6 号和 7 号巢的亲鸟日活动 (06:00 ~ 19:00 时) 情况进行统计 (表 3)。4 个巢的亲鸟日活动时间均在 700 min 以上, 但 7 号巢的日活动时间极显著低于其他 3 巢 (One-way ANOVA, $F = 8.945$, $P < 0.01$)。4 个巢的日坐

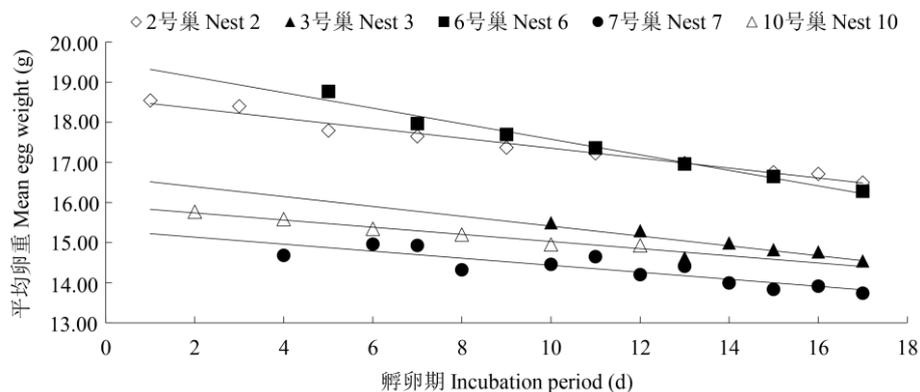


图 1 卵重平均值随孵卵期的变化

Fig. 1 The mean daily egg weight was changed with incubation period

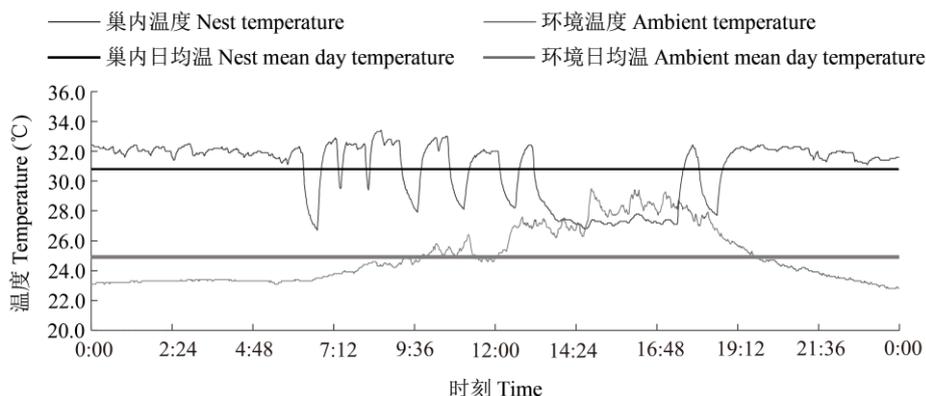


图 2 巢内外温度变化

Fig. 2 The nest inside and outside temperature changes

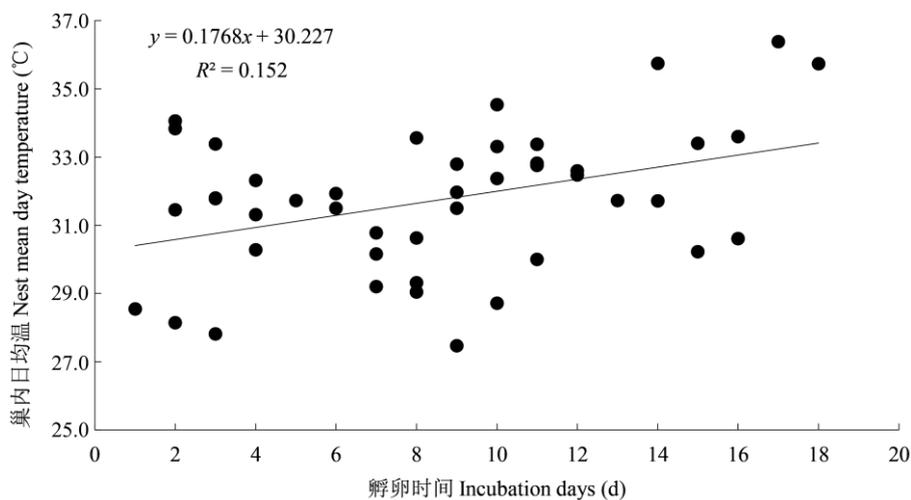


图 3 巢内平均温随孵卵天数的变化

Fig. 3 The change of mean temperature in the nest with incubation days

表 2 巢内孵卵温度及环境平均温度

Table 2 The nest incubation temperature and mean ambient temperature

巢号 Nest No.	巢内最高温 (°C) Nest highest temperature	巢内最低温 (°C) Nest lowest temperature	巢内平均温 (°C) Nest mean temperature	环境平均温 (°C) Ambient mean temperature
2 (n = 15 d)	36.8 ± 0.4	26.3 ± 0.4	32.9 ± 0.5	27.1 ± 0.5
4 (n = 10 d)	34.2 ± 0.6	25.3 ± 0.8	30.8 ± 0.6	25.3 ± 0.6
6 (n = 6 d)	37.7 ± 0.7	26.2 ± 0.4	32.9 ± 0.4	27.5 ± 0.8
7 (n = 14 d)	34.3 ± 0.5	25.0 ± 0.5	30.8 ± 0.5	24.5 ± 0.4
平均 Average	35.6 ± 0.3	25.5 ± 0.3	31.7 ± 0.3	25.9 ± 0.3

巢率均大于 30%，平均为 38% ± 2%。

将亲鸟的日活动时间以 3 h 为间隔分为 4 个时间段，分别计算各时间段的坐巢率。结果

显示，不同时间段的坐巢率存在显著差异 (One-way ANOVA, $F = 7.974$, $P < 0.01$)，其中以 15:00 ~ 18:00 时间段的坐巢率最高。不同

时间段的坐巢率与环境温度呈极显著正相关关系 ($r = 0.408$, $P < 0.01$)。

孵卵期间, 亲鸟的日离巢次数平均为 (8.82 ± 0.34) 次 ($n = 45$ d)。日离巢次数与环境温度无关 ($r = -0.062$, $P > 0.05$)。对离巢时间进行分析可知 (图 4), 每次离巢持续时间介于 20 ~ 120 min 范围内, 其中 84.60% 都集中在 20 ~ 80 min; 平均每次离巢持续时间为 (52.91 ± 2.35) min ($n = 397$ 次), 与环境温度呈显著负相关关系 ($r = -0.113$, $P < 0.05$)。

3 讨论

孵卵期间, 亲鸟需要权衡孵卵能耗和自身能量补充的时间分配问题。在不同的环境温度、

巢捕食风险、亲鸟状况和食物资源等诸多因素影响下, 鸟类采取不同的孵卵节律和策略 (Conway et al. 2000)。桂西南的弄岗地区位于北热带北缘, 年均温度高 (广西壮族自治区林业厅 1993), 具有丰富的生物多样性, 但也有研究提出该地区高的巢捕食率是限制鸟类物种种群发展的主要因素的观点 (Jiang et al. 2013)。

在弄岗地区, 我们发现褐翅鸦鹃采取的孵卵策略和行为表现在: 1) 采用离巢次数少、时间长的孵卵策略; 2) 在筑巢期间开始产卵; 3) 有延迟孵卵行为; 4) 满窝卵数 ≥ 4 时, 亲鸟多在产下第 4 枚卵后开始孵卵。

3.1 环境温度对孵卵的影响

通常, 大型鸟类如雁鸭类或雉类等采用离

表 3 褐翅鸦鹃孵卵期内亲鸟日活动节律

Table 3 The daily activity rhythm of Greater Coucal during incubation period

巢号 Nest No.	最早离巢时间 [时刻 \pm 时间 (min)] Earliest off nest time (T \pm min)	最晚归巢时间 [时刻 \pm 时间 (min)] Latest homing time (T \pm min)	日离巢次数 Daily off nest frequency	日活动时间 (min) Daily activity time	日坐巢率 (%) The constancy of incubating
2 ($n = 15$ d)	6:22 \pm 6.08	19:13 \pm 5.25	10.06 \pm 0.54	771.20 \pm 7.57	38 \pm 3
4 ($n = 10$ d)	6:32 \pm 8.02	19:02 \pm 8.22	8.18 \pm 0.85	750.40 \pm 8.34	43 \pm 2
6 ($n = 6$ d)	6:20 \pm 5.75	19:14 \pm 9.00	8.50 \pm 0.89	774.33 \pm 12.19	39 \pm 5
7 ($n = 14$ d)	6:59 \pm 5.75	18:58 \pm 7.92	7.00 \pm 0.41	719.64 \pm 8.32	33 \pm 2
平均 Average	6:35 \pm 4.13	19:06 \pm 4.05	8.82 \pm 0.34	750.96 \pm 5.44	38 \pm 2

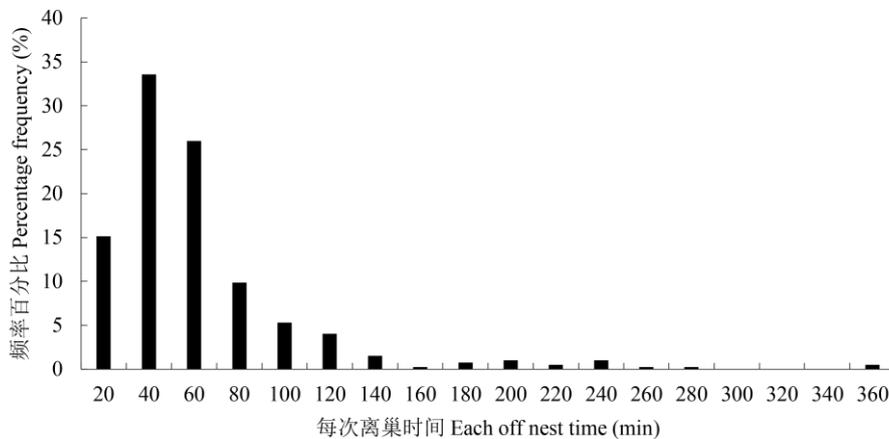


图 4 褐翅鸦鹃每次离巢时间频率分布

Fig. 4 Time frequency distribution of each off nest time of Greater Coucal

巢次数少、时间长的策略（乔建芳等 2002，孙悦华等 2002，丛培昊等 2008）；小型鸟类如鸢科鸟类则采取离巢次数多、时间短的策略（毕中霖等 2003，贾陈喜等 2003，蒋迎昕等 2005）。两种策略各有利弊。Conway 等（2000）认为孵卵亲鸟采取出巢频次少但时间长的策略可以减少重复暖卵次数，降低亲鸟的能耗，更为有利；但是长时间离巢容易使卵温下降到生理临界温度（26℃）以下，影响胚胎的正常发育。据本研究结果可知，褐翅鸦鹃偏向于离巢次数少、时间长的策略。我们推测该物种采取这种策略的原因可能与桂西南地区较高的环境温度有关。因为，高的环境温度[均温（25.9 ± 0.3）℃]可以保证亲鸟离巢期间卵温下降幅度不大，而且在环境温度很高时还需采取措施降低卵温，表现出亲鸟增加在巢时间的行为。这种行为和一些在纬度较高地区的亲鸟坐巢率随环境温度升高而下降的研究结果相反（毕中霖等 2003，贾陈喜等 2003，蒋迎昕等 2005，丛培昊等 2008）。

胚胎在发育阶段的产热有限（Tazawa et al. 1988），并随着孵卵过程的进行而对冷暴露更加敏感（MacMullan et al. 1953），处于 26℃ 以下时则暂时停止发育（Webb 1987）。一些海鸟、猛禽和雀形目鸟类的胚胎能容忍亲鸟的延迟孵卵，容忍时间从几小时至十几天不等。在此期间，巢内温度（接近卵的实际温度）低于胚胎发育温度，至卵温升高时又能正常发育，对孵化成功率影响很小或无影响（Pefaur 1974，Boersma 1979，Roby et al. 1984，Sockman et al. 1998，贾陈喜等 2008）。4 号巢褐翅鸦鹃的卵暴露于环境温度中的时间长达 9 d，夜间巢内最低温度（22.1℃）低于胚胎暂时停止发育温度，但从最终孵化成功的结果推测，这可能与环境温度较高、孵卵早期的卵对冷暴露敏感性低有关。

3.2 其他因素对孵卵的影响

通常，孵卵亲鸟减少进出巢的活动可降低被天敌发现的机率。但是离巢时间长也有可能带来高的卵捕食风险。本研究共找到 12 巢，其中 1 巢在找到时已被人破坏，仅见巢痕迹；另 1 巢在找到时仅有巢存在，其内无卵或雏鸟，附近也不见亲鸟或雏鸟；剩下有卵的 10 巢中，5 巢孵化成功，另 5 巢的卵在孵卵前或孵卵中被天敌捕食，巢捕食率达 50%。结合对该地区弄岗穗鹛（*Stachyris nonggangensis*）的研究提出的高巢捕食的环境特征（Jiang et al. 2013），我们推测捕食压力是影响研究地褐翅鸦鹃孵卵策略的主要因素之一。

对有延迟孵卵行为的 4 号巢亲鸟的野外观察数据，我们推测这一巢亲鸟延迟孵卵可能与人类干扰有关。4 号巢位于种植甘蔗的农田旁，其繁殖产卵期间正是当地种植甘蔗的时期，人为活动多，因此观察到亲鸟一直在巢附近活动，仅偶尔来巢察看而不孵卵。

除前面所提到的环境温度、巢捕食和人为干扰会对鸟类的孵卵节律产生影响外，亲鸟的食性和觅食行为、亲鸟质量等也会对孵卵节律产生影响（Conway et al. 2000）。有研究发现血雉（*Ithaginis cruentus*）因取食能量低的苔藓，需要 6 h 以上的时间离巢觅食才能获取足够能量（王众 2005）。褐翅鸦鹃为肉食性鸟类，可捕食昆虫、蚯蚓、软体动物、蜥蜴、蛇、田鼠、鸟卵和雏鸟等（郑作新等 1991）。多样的食物选择及处于生物多样性高的喀斯特环境背景等因素，可能有利于该鸟花费较少的时间觅食。

褐翅鸦鹃为双亲共同筑巢和孵卵的鸟类，具有在筑巢期间开始产卵的行为，但其机制或进化意义尚不清楚。本研究还发现满窝卵数 ≥ 4 时，亲鸟多在第 4 枚卵产下后开始孵卵。蒋德梦等（2013）在本研究地区记录的 2 巢褐翅鸦鹃也均是 4 枚卵。窝卵数 4 枚是否具有独特

的进化和适应意义或孵卵时间自第 4 枚卵开始仅为巧合? 什么因素影响和导致褐翅鸦鹃采取这些孵卵行为? 在今后的研究中, 还需进一步收集更多的数据来验证和探究。

致谢 本研究得到了广西弄岗国家级自然保护区管理局和农伟宏护林员的大力支持与帮助, 在此表示衷心地感谢!

参 考 文 献

- Boersma P D, Wheelwright N T. 1979. Egg neglect in the Procellariiformes: reproductive adaptations in the Fork-tailed Storm-petrel. *Condor*, 81(2): 157–165.
- Conway C J, Martin T E. 2000. Evolution of passerine incubation behavior: influence of food, temperature, and nest predation. *Evolution*, 54(2): 670–685.
- Jiang A W, Zhou F, Wu Y H, et al. 2013. First breeding records of Nonggang Babbler (*Stachyris nonggangensis*) in a limestone area in southern China. *Wilson Journal of Ornithology*, 125(3): 609–615.
- MacMullan R A, Eberhardt L L. 1953. Tolerance of incubating pheasant eggs to exposure. *Journal of Wildlife Management*, 17(3): 322–330.
- Morton L M, Pereyra M E. 1985. The regulation of egg temperature and attentiveness patterns in the dusky flycatcher (*Empidonax oberholseri*). *The Auk*, 102(1): 25–37.
- Pefaur J E. 1974. Egg-neglect in the Wilson's Storm Petrel. *Wilson Bulletin*, 86(1): 16–22.
- Roby D D, Ricklefs R E. 1984. Observations on the cooling tolerance of embryos of the Diving Petrel *Pelecanoides georgicus*. *Auk*, 101(1): 160–161.
- Sockman K C, Schwabl H. 1998. Hypothermic tolerance in an embryonic American Kestrel (*Falco sparverius*). *Canadian Journal of Zoology*, 76(7): 1399–1402.
- Tazawa H, Wakayama H, Turnerc J S, et al. 1988. Metabolic compensation for gradual cooling in developing chick embryos. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 89(2): 125–129.
- Webb D R. 1987. Thermal tolerance of avian embryos: a review. *Condor*, 89(4): 874–898.
- Williams J B. 1993. Energetics of incubation in free-living orange-breasted sunbirds in South Africa. *Condor*, 95(1): 115–126.
- 毕中霖, 孙悦华, 贾陈喜, 等. 2003. 莲花山云南柳莺的孵卵行为. *动物学杂志*, 38(6): 33–36.
- 丛培昊, 郑光美. 2008. 红腹角雉 (*Tragopan temminckii*) 的孵卵和育雏行为研究. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 44(4): 405–410.
- 广西壮族自治区林业厅. 1993. 广西自然保护区. 北京: 中国林业出版社, 31–35.
- 贾陈喜, 王众, 孙悦华. 2003. 灰蓝姬鹀的孵卵节律. *四川动物*, 22(4): 238–240.
- 贾陈喜, 王众, 孙悦华. 2008. 灰蓝姬鹀暂时弃卵的低温耐受性. *动物学杂志*, 43(2): 127–129.
- 蒋德梦, 周放, 蒋爱伍, 等. 2013. 桂西南石灰岩地区部分鸟类繁殖资料记述. *动物学杂志*, 48(4): 597–604.
- 蒋迎昕, 孙悦华, 毕中霖. 2005. 四川瓦屋山金色林鸫的繁殖生态及孵卵节律. *动物学杂志*, 40(2): 6–10.
- 李璠, 方文珍, 陈小麟, 等. 2007. 繁殖期褐翅鸦鹃与其他鸟类间关系——应用集团结构方法. *厦门大学学报: 自然科学版*, 46(6): 867–870.
- 李小惠, 廖维平, 梁启华. 1983. 海南岛两种鸦鹃的生态和食性. *动物学杂志*, 18(4): 29–33.
- 乔建芳, 杨维康, 高行宜. 2002. 新疆木垒波斑鸫卵的孵化温度及雌鸟孵化行为的初步研究. *动物学研究*, 23(3): 210–213.
- 孙悦华, 方响, Klaus S, 等. 2002. 自动温度记录技术在斑尾榛鸡产卵孵卵节律研究中的应用. *北京师范大学学报: 自然科学版*, 38(2): 260–265.
- 王众. 2005. 血雉在破碎化环境中的活动区、孵卵节律和生境选择研究. 北京: 中国科学院动物研究所硕士学位论文.

郑光美. 2011. 中国鸟类分类与分布名录. 2版. 北京: 科学出版社, 120-121. 郑作新, 冼耀华, 关贯勋. 1991. 中国动物志: 鸟纲 (第六卷). 北京: 科学出版社, 137-138.

浙江省发现刘氏链蛇

彭丽芳^{①②} 朱毅武^② 张亮^{③④} 张勇^{①②} 黄松^{②*}

① 西藏大学理学院 拉萨 850000; ② 黄山学院生命与环境科学学院, 生物资源研究所 黄山 245041; ③ 广东省生物资源应用研究所 广州 510260; ④ 广东省野生动物保护与利用公共实验室 广州 510260

Lycodon liuchengchaoi Was Found in Zhejiang Province, China

2016 年 8 月 13 日, 在浙江省凤阳山自然保护区内山林沟谷处采集到成体雌性蛇类标本 1 号 (采集号: HS16293)。经鉴定该标本为游蛇科 (Colubridae) 链蛇属 (*Lycodon*) 刘氏链蛇 (*L. liuchengchaoi*) (图 1)。该蛇目



图 1 刘氏链蛇 *Lycodon liuchengchaoi* (♀)

a. 头右侧面; b. 头左侧面; c. 头背面; d. 头腹面; e. 背面; f. 腹部。

a. Right; b. Left; c. Dorsal; d. Ventral of the head; e. Back; f. Ventral.

(下转第 651 页)

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31471968), 黄山学院动物学与保护生物学科科研创新团队项目;

* 通讯作者, E-mail: vampire_cn@163.com;

第一作者介绍 彭丽芳, 女, 博士研究生; 研究方向: 蛇类学; E-mail: tibet_christine@sina.com。

收稿日期: 2017-01-03, 修回日期: 2017-03-13 DOI: 10.13859/j.cjz.201704024