

陕西红碱淖遗鸥育雏行为和雏鸟生长

汪青雄^① 杨超^① 刘铮^② 胡彩娥^③ 肖红^{①*}

① 陕西省动物研究所 西安 710032; ② 陕西省信息网络与软件创新工程中心 西安 710043;

③ 榆林市林业工作站 陕西 榆林 719000

摘要: 2012年5~7月,应用 e-Science 信息技术和标记法,对陕西神木县红碱淖(N 38°13' ~ 39°27', E 109°42' ~ 110°54') 遗鸥(*Larus relictus*)的育雏行为和雏鸟生长发育进行了研究。结果表明,雏鸟由双亲共同承担喂食。育雏前期,亲鸟采取直接喂食、食物呕吐于巢边和在巢中间断性喂食这3种喂食模式;亲鸟昼间平均喂食(0.706 ± 0.036)次/h,夜间平均喂食(0.469 ± 0.024)次/h,双亲在喂食频次上无显著差异($F = 32.54, P > 0.05$)。育雏后期,主要采取双亲直接喂食和亲鸟把食物呕吐于地面上,由雏鸟自己取食的喂食模式;亲鸟昼间平均喂食(0.416 ± 0.021)次/h,夜间平均喂食(0.331 ± 0.018)次/h,亲鸟喂食次数与雏鸟的日龄存在相关性($r = 0.074, P < 0.05$)。随着雏鸟日龄的增长,暖雏次数趋于减少,而在炎热晴天、降雨和大风等天气状况下,暖雏时间和护雏行为都增强。雏鸟20日龄后未再观察到暖雏行为。雏鸟体长及外部器官的形态学参数适合用 Gompertz 曲线方程拟合。同时,与其近缘种黑嘴鸥(*L. saundersi*)的育雏行为和雏鸟生长进行了比较。

关键词: 遗鸥;育雏行为;雏鸟生长;红碱淖

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2013)03-357-06

Brooding Behavior and Nestling Growth of Relict Gull in Hongjiannao, Shannxi Province

WANG Qing-Xiong^① YANG Chao^① LIU Zheng^② HU Cai-E^③ XIAO Hong^{①*}

① Shannxi Institute of Zoology, Xi'an 710032; ② Network information and Software engineering of Shannxi

Province, Xi'an 710043; ③ Forest Station of Yulin City, Yulin, Shannxi 719000, China

Abstract: The brooding behavior and nestling growth of Relict Gull (*Larus relictus*) were observed using e-Science information technology and marked method in Hongjiannao (N 38°13' - 39°27', E 109°42' - 110°54'), Shannxi Province from May to July 2012. Nestlings were feeding by parent. Three feeding patterns were recorded in pre-brooding periods. Parent fed nestling in average 0.706 ± 0.036 times/h in daytime and 0.469 ± 0.024 times/h in night, respectively, the feeding frequency by male and female was no difference ($F = 32.54, P > 0.05$). In the post-brooding period, parent showed two feeding modes, the feed frequency was average 0.416 ± 0.021 times/h in daytime and 0.331 ± 0.018 times/h in night, respectively. Feeding frequency was related to age of nestlings ($r = 0.074, P < 0.05$). The frequency of warming nestlings tended to decrease as the chicks grew older. While, parent spent more time on warming and safeguarding chicks was

基金项目 陕西省科学院重点项目(No. 2011K-02)和基础应用项目(No. 2012K-06);

* 通讯作者, E-mail: xh4500@163.com;

第一作者介绍 汪青雄,男,助理研究员;研究方向:鸟类生态学;E-mail: wqx546@163.com。

收稿日期:2012-11-20,修回日期:2013-03-25

increase largely in the day with bed weather. No any brooding behavior was recorded after the chicks reached to 20 day old. The growth curves of body weight and body length were suitable to fit to Gompertz curves.

Key words: Relict Gull (*Larus relictus*); Brooding behavior; Nestling growth; Hongjiannao

鸟类育雏行为是指亲鸟抚育出壳后的雏鸟的行为活动,超过 90% 鸟类都是由双亲轮流哺育雏鸟(Lack 1968)。育雏行为可以提高子代的成活率,也可以增加亲代适合度。生活史理论认为亲体在当前繁殖与未来繁殖、存活与繁殖力等之间进行着权衡(Lack 1968, Biermann et al. 1982, Biedenweg 1983, Knapton 1984)。许多单配制鸟类物种,双亲在抚育后代中投入大量的时间和精力,尤其在喂食方面。遗鸥主要在湖心岛上营群巢繁殖,双亲轮流育雏(张荫荪等 1993,汪青雄等 2012)。于是,遗鸥双亲采用何种育雏策略?在不同育雏时期双亲喂食策略是否相似?不同的窝雏数采取喂食策略是否相似?这些问题有待解决。

遗鸥(*Larus relictus*)是典型的荒漠-半荒漠生境下的特有鸟种,为国家 I 级重点保护野生动物,被列入濒危野生动植物种国际贸易公约(Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora)和迁徙物种公约(Convention on Migratory Species)附录 I。遗鸥的基础繁殖生物学已有相关报道(张荫荪等 1993,汪青雄等 2012),但对其育雏行为尚未见报道。雏鸟在形态上为早成性,在习性上却为晚成性,属于半早成鸟。因此,遗鸥雏鸟刚孵出时体温调节和觅食能力都很差,需要亲鸟不断地喂食和暖雏。随着雏鸟日龄的增长,亲鸟喂食、暖雏、护雏等行为均发生着变化。为此,2012 年 5~7 月,对红碱淖湿地遗鸥的育雏行为进行了研究,以期为更好地保护和管理这一全球性濒危物种提供重要的科学参考依据。

1 研究地区与研究方法

1.1 研究地区概况 研究地区位于陕西省神木县红碱淖(N 38°13'~39°27', E 109°42'~110°54'),该地区属于鄂尔多斯高原内陆性淡

水湖泊。湖面海拔 1 200 m,2012 年实际测量面积 32.00 km²。实测 pH 值为 9.2。红碱淖地区属于温带大陆性气候,年平均气温 5.2℃,7 月份平均气温 21.3℃,12 月份平均气温 -12.9℃。降水一般集中在每年 7~8 月份,占全年降水量的 65%,多年年平均降水量 350 mm 左右,蒸发量为 2 501 mm,春夏两季蒸发量很大。

红碱淖湖心岛上的植被由于基质不同可分两种类型:一类是沙质类型的稀疏草本群落,主要植物有黑沙蒿(*Artemisia ordosia*)、白沙蒿(*A. sphaerocephala*)、刺蓬(*Salsola ruthenica*)等,还见有长芒草(*Stipa bungeana*)、冰草(*Agropyron cristatum*)、芦苇(*Phragmites communis*)、阿尔泰狗娃花(*Heteropappus altaicus*)、苦苣菜(*Ixeris denticulata*)、碱茅(*Puccinellia distans*)等;另一类是基质为红砂页岩分化产物,目前基本处在裸地阶段,仅偶见有零星的寸草苔(*Carex rigescens*)和刺蓬的分布(汪青雄等 2012)。

1.2 研究方法 在湖心岛上安装红外视频监控系统,利用太阳能电池供电,通过无线数据传输,在室内进行远程实时监控采集观测数据。2012 年 4 月 6~10 日,在遗鸥营巢之前,选择 2 个湖心岛分别安装了 1 台光学 18 倍红外高清枪式网络摄像机(VIVOTEK-IZ7151)和 1 台光学 22 倍红外高清球型网络摄像机(VIVOTEK-PSD7251W),监测遗鸥孵卵行为、育雏行为活动。

在 2 个岛上选取 2 个固定巢群,在每个巢群中固定选取 12 巢,当每个巢中第一只雏鸟孵出时,认为该巢已进入育雏期,同时也可以确定每巢雏鸟的日龄。依据育雏期中不同情况分为 2 个阶段:育雏前期,指每巢第 1 只雏鸟出壳到整巢雏鸟离巢之前;育雏后期,指巢内所有雏鸟离巢后进入雏鸟集群状态或组成家族群直到亲鸟停止育雏阶段。同时,为了研究昼夜间育雏

行为的差异,依据研究地区的日出和日落时间,将 05:00 时~20:00 时计为昼间,20:00 时~翌日 05:00 时为夜间。

通过录制育雏行为视频,利用视频回放软件(Playback)反复观看,记录遗鸥亲鸟喂食的频次和时间间隔,以及暖雏行为频次和持续时间。

采用巢和雏鸟标记方法,即用红蓝色标记牌插入巢边沙地标记巢号或用不同颜色彩笔在雏鸟不同部位标记,以确定不同巢和不同日龄雏鸟。雏鸟出壳以后,每天清晨 6:00~7:00 时测量雏鸟的形态参数,直到 40 日龄左右雏鸟难以捕捉到为止。用电子天平(精确到 0.1 g,UTP3000,HC)称量雏鸟体重,游标卡尺(精确到 0.01 mm,哈尔滨量具刃具集团公司)测量雏鸟体长、嘴峰长、翼长、跗跖长和尾长。

1.3 数据分析 数据分析采用 SPSS 17.0 统计分析软件,绘图采用 SigmaPlot 10.0 来完成,文中数据采用平均值 \pm 标准误(Mean \pm SE)表示。对不同育雏阶段的喂食节律和暖雏节律进行正态分布检验,符合时用 Independent-Samples *T* 检验,不符合时用非参数 Mann-Whitney *U* 检验,检验是否存在差异。相关性分析采用 Pearson 相关性检验。对雏鸟形态参数拟合生长曲线方程,分析形态发育特征。

2 结果

2.1 红碱淖遗鸥繁殖基本情况 2012 年 3 月 28 日首见遗鸥迁来,4 月下旬在湖心岛沙地上营群巢,5 月初开始产卵。选取的 24 巢中共产卵 63 枚,平均窝卵数(2.63 \pm 0.13)枚($n=24$),其中,每窝 2 枚卵的占 30%,3 枚的占 60%,1 和 4 枚的共占 10%。孵化期为 24~28 d,平均(25.36 \pm 0.15)d($n=24$)。孵化率为 95.2%(有 3 枚未孵出)($n=63$),成活率为 85%($n=60$)。观察的 24 巢中,6 月 1 日首见雏鸟出壳孵化,到 6 月 7 日全部巢中雏鸟孵出,同一窝雏出壳间隔为(2.08 \pm 0.15)d,间隔 1 d 出壳的占 8.3%,间隔 2 d 的 75.0%,间隔 3 d

的 16.7%($n=60$)。依据不同育雏阶段的差异,把育雏期分为二个时期:育雏前期,指雏鸟破壳后至集群混群状态前,约为 0~20 日龄;育雏后期,指雏鸟混群至迁离红碱淖,约 21~45 日龄。

2.2 育雏期的喂食模式 所选取观察 24 巢中,6 月 1 日开始雏鸟出壳,由双亲共同承担喂食。喂食模式可分为 3 种:a. 双亲直接喂食,即双亲觅到的食物储存于嗉囊中,回巢直接喂给雏鸟或雏鸟主动从亲鸟嘴中取食;b. 亲鸟把食物呕吐于巢边上或地面上,由雏鸟自己取食或由卧巢中的亲鸟啄起喂给雏鸟;c. 亲鸟卧于巢中间断性喂食给雏鸟。在育雏前期,亲鸟采取这 3 种喂食模式,a、b、c 模式所占比例分别为 58%、28%、14%($n=1\ 367$);而在育雏后期,主要采取 a 和 b 喂食模式,所占比例分别为 87%、13%($n=1\ 367$)。

2.3 育雏期的喂食节律 育雏前期,共观察了 24 巢,约 15 d,亲鸟昼间喂食约 158 次,平均(0.706 \pm 0.036)次/h($n=225$);夜间喂食平均喂食(0.469 \pm 0.024)次/h($n=135$)。育雏后期,共观察了 12 只雏鸟,约 21 d,亲鸟昼间喂食约 131 次,平均喂食(0.416 \pm 0.021)次/h($n=315$),夜间平均喂食(0.331 \pm 0.018)次/h($n=189$)。从数据统计上发现,育雏前期亲鸟昼间平均每 1.5 h 喂食 1 次,夜间平均 2.5 h 喂食 1 次;育雏后期亲鸟昼间平均每 2.5 h 喂食 1 次,夜间平均 4 h 喂食 1 次。在育雏前期,雌鸟与雄鸟的喂食频次无显著差异($F=32.54, P>0.05$),亲鸟喂食次数与雏鸟的日龄不存在相关性($r=0.042, P>0.05$),而与窝雏数存在相关性($r=0.781, P<0.05$)。在育雏后期,亲鸟喂食次数与雏鸟的日龄存在相关性($r=0.074, P<0.05$),而与窝雏数不存在相关性($r=0.059, P>0.05$)。在育雏前期,亲鸟喂食次数先上升后下降,且下降幅度不很明显;在育雏后期时,亲鸟喂食次数一直呈下降趋势,到 40 日龄左右,亲鸟基本上不给雏鸟喂食(图 1)。

2.4 育雏期的暖雏行为及节律 遗鸥雏鸟刚

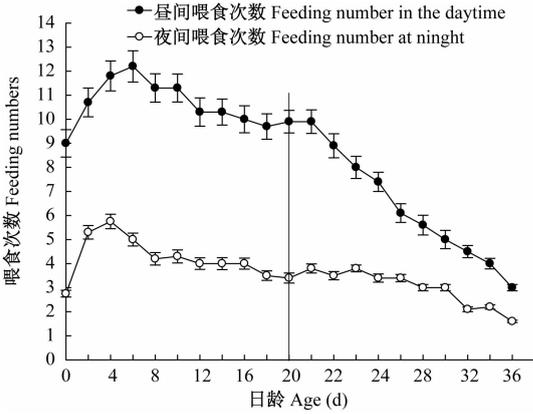


图 1 不同日龄昼夜间喂食频次

Fig. 1 Feeding frequency in daytime and night with the age of chicks

图中竖直线为育雏前期和后期分界线。

Vertical black line is a boundary of pre- and post-brooding

孵出时的体温调节能力很差,要依靠亲鸟给其暖温。雏鸟出壳后需 4 ~ 6 h 绒羽才干。0 ~ 3 日龄时,亲鸟会用腹部或双翅为雏鸟保持体温,雏鸟一般长时间藏于亲鸟腹部或翅下。4 日龄之后,雏鸟会经常跑出亲鸟体外活动,过一段时间后便重又钻入巢中亲鸟的腹下或翅下。随着雏鸟日龄的不断增长,其在亲鸟体外

活动的时间会越来越来长。7 日龄之后,亲鸟的昼间暖雏行为基本结束,仅在 18:00 时之后气温降低至 $(12.5 \pm 0.99)^\circ\text{C}$ ($n = 6\ 680$) 时才发生暖雏行为,一般亲鸟多在雏鸟边上护雏。22 日龄后未再观察到夜间暖雏行为。随着雏鸟日龄不断增长,亲鸟暖雏节律呈明显下降趋势,20 日龄左右基本没有暖雏行为出现。育雏前期暖雏高峰主要出现在 18:00 时 ~ 次日 08:00 时这一时间段;育雏后期暖雏高峰主要出现在 20:00 时 ~ 次日 05:00 时这一时间段(图 2)。育雏前期双亲每次暖雏持续时间为 49 ~ 190 min,平均 $(86.96 \pm 6.183)\text{min}$ ($n = 276$),育雏后期双亲每次暖雏持续时间为 8 ~ 110 min,平均 $(45.65 \pm 5.797)\text{min}$ ($n = 231$)。

在雏鸟 20 日龄之前,亲鸟暖雏频率与天气状况存在一定的相关性($r = 0.865$, $P < 0.05$)。在炎热气温(地表直射温度 40°C 以上)、降雨(15 mm 及以上)和大风(4 m/s 及以上)等异常情况下,暖雏次数和持续时间增长。22 日龄后,在恶劣天气情况下亦无暖雏行为发生。

2.5 育雏期的护雏模式 按天气状况及干扰情况,遗鸥护雏行为可分为:炎热天气(阳光直

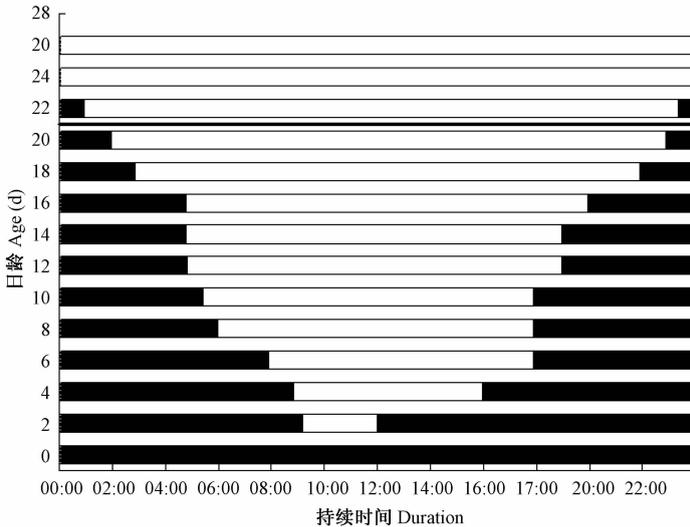


图 2 暖雏持续时间与雏鸟日龄的关系

Fig. 2 Relationship between duration of brooding bouts and ages of nestling

■ 暖雏时间; □ 非暖雏时间; 图中横黑线为育雏前期和后期分界线。

■ Brooding time; □ Not brooding time; Horizontal black line is a boundary of pre- and post-brooding in the figure.

射,地表直射温度 40℃ 以上)、恶劣天气(降雨 15 mm 及以上、大风 4 m/s 及以上)和种群干扰(成鸟攻击或杀婴行为)三类。在非常炎热的晴天,地表直射温度 40 ~ 50℃,亲鸟立于巢中或巢缘,用身体遮挡阳光,雏鸟扒卧或站立于亲鸟边上遮荫处。在恶劣天气(降雨、大风),亲鸟趴卧,用身体或双翅展开挡住大风或雨水。对于 0 ~ 10 日龄雏鸟,双亲交替护雏,攻击或驱赶具有威胁或进入领域内的其他遗鸥成鸟。

2.6 雏鸟的生长发育 对 0 ~ 45 日龄遗鸥雏鸟的形态学参数进行了测量,形态学参数生长曲线呈“S”型(图 3,4)。由于 Gompertz 曲线方程能较好地描述鸻形目鸟类雏鸟的体重、体长等形态学参数增长情况(郑光美 1995),对雏鸟体重和体长增长进行了 Gompertz 曲线方程的拟合。体重增长曲线方程为 $W = 461.2e^{-2.59e^{-0.101t}}$,式中, W 为体重生量, t 为时间;体长增长曲线方程为 $L = 432.2e^{-1.38e^{-0.057t}}$,式中, L 为体长生长量, t 为时间(表 1)。

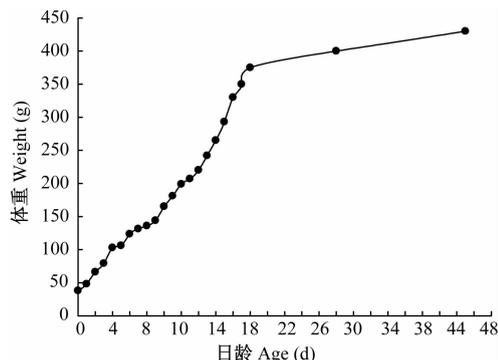


图 3 遗鸥雏鸟体重增长曲线

Fig. 3 The weight growth curve of nestling

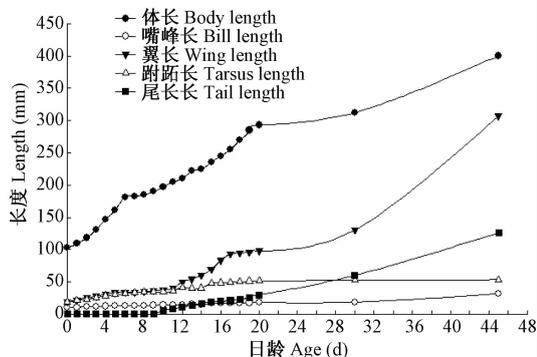


图 4 遗鸥雏鸟体长等生长曲线

Fig. 4 The length growth curve of nestling

表 1 遗鸥雏鸟形态增长拟合曲线方程及相关参数

Table 1 The growth curves of *Larus relictus* nestlings and relative parameters

参数 Parameters	渐近线 (a) Asymptote	斜率(k) Growth rate	拐点(t_0) Inflexion	$t_{10} - t_{90}$	Gompertz 曲线方程 Gompertz curve equation	R^2
体重 Body weigh(g)	461.2	0.101	9.4	48.8	$461.2e^{-2.59e^{-0.101t}}$	0.971
体长 Body length(mm)	432.2	0.057	5.6	77.0	$432.2e^{-1.38e^{-0.057t}}$	0.981
嘴峰 Bill(mm)	36.6	0.310	6.5	14.2	$36.6e^{-7.11e^{-0.31t}}$	0.958
翼长 Wing(mm)	338.6	0.180	8.7	24.3	$338.6e^{-4.79e^{-0.18t}}$	0.976
跗跖 Tarsus(mm)	56.4	0.105	1.1	41.8	$56.4e^{-1.11e^{-0.105t}}$	0.959
尾长 Tail(mm)	134.2	0.102	17.3	43.0	$134.2e^{-5.82e^{-0.102t}}$	0.990

3 讨论

遗鸥由双亲共同承担育雏。3 种喂食模式出现在不同的育雏阶段。这一现象可能与雏鸟的体温调节能力和独立活动能力有关。育雏前期,雏鸟体温调节能力和活动能力差,需要亲鸟在巢中持续暖雏,并采取主动喂食方式;育雏后期,雏鸟体温调节能力和活动能力不断增强,雏鸟四处活动,能主动索取食物,独自觅食能力增

强。随着雏鸟日龄的不断增长,雏鸟体温调节能力和活动能力增强,双亲暖雏时间减少并可以同时出去觅食,这样提高了喂食的效率及雏鸟存活率。

育雏前期喂食频次出现峰值(图 1),主要是与窝雏数增加(1 ~ 4 只/窝)和雏鸟生长有关。由于每窝雏鸟相继出壳和雏鸟日龄的增长,导致了食物需求量在不断地增加。因此,亲鸟的出外觅食次数和喂食次数也在不断地增

多,于是喂食频次出现了上升趋势。当雏鸟达到一定日龄时,雏鸟自身有能力寻找食物,亲鸟慢慢地减少喂食次数。于是喂食频次慢慢地不断下降。

育雏期的前期和后期暖雏高峰分别出现在 18:00 时~次日 08:00 时和 20:00 时~次日 05:00 时这一时间段,这与气温变化和雏鸟自身体温调节能力有关。由于这一时间段是全天气温相对较低时段,平均气温 (12.5 ± 0.99) $^{\circ}\text{C}$ ($9 \sim 18^{\circ}\text{C}$, $n = 6\ 680$);再加上遗鸥雏鸟属于半早成鸟,虽已睁眼、体覆绒羽、能行走,但依然停留巢中,体温调节机制还未完善,需要亲鸟持续保暖。亲鸟为了保证雏鸟的存活,提高繁殖成功率,就必须花费较大的精力暖雏。因此,亲鸟随着雏鸟日龄的不断增长而暖雏时间逐渐减少。这与一些雉类和雀形目鸟类有明显的不同之处,即雏鸟日龄并不影响雌鸟暖雏的持续时间或暖雏时间并不随雏鸟日龄而变化 (Schroeder et al. 1985, 贾陈喜等 2001, Chastel et al. 2002, 丛培昊等 2008)。

遗鸥是集群营地面巢繁殖的鸟类,巢间距最近仅 8 cm,平均巢间距 (28 ± 4.8) cm ($n = 362$)。护雏行为主要表现在天气状况和同类物种间干扰两方面。当炎热的天气或降雨、大风时,亲鸟会站在雏鸟旁边,用身体或双翅护住雏鸟,以抵挡恶劣天气对雏鸟的伤害;另外,雏鸟窜入其他巢中,容易被叨啄或驱赶,当亲鸟发现其雏鸟被攻击时表现出强烈的护雏行为,即亲鸟间进行争斗来保护各自雏鸟或通过召引方式让雏鸟回到巢中。而近缘种黑嘴鸥 (*L. saundersi*) 却很少显示出这种行为 (邱英杰 2011),我们推测可能是与巢间距离有关。黑嘴鸥虽然是集群营巢繁殖,但巢间距最近为 5 m,个别才 30 cm (邱英杰 2011)。

从曲线拟合可以看出 (图 3,4),45 日龄雏鸟体重已达到成鸟体重的 85% 左右,体长达到 90% 左右,60 日龄左右具有较强的飞翔能力。其近缘种黑嘴鸥雏鸟 20 日龄左右时体重和体

长已达到了成鸟的 90%,30 日龄具有飞翔能力 (邱英杰 2011)。这种差异可能与食物有关。遗鸥主要食水生昆虫,特别是双翅目 (Diptera) 摇蚊科 (Chironomidae) 昆虫和蜻蜓目 (Odonata) 的昆虫蓝纹螽 (*Coenagrion dyeri*) 等 (刘文盈等 2008);而黑嘴鸥主要食沙蚕、小鱼、小虾和小螃蟹等 (邱英杰 2011)。所以,我们推测食物中营养成分不同导致了雏鸟生长发育的差异。

参 考 文 献

- Biermann G C, Sealy S G. 1982. Parental feeding of nestling Yellow Warblers in relation to brood size and prey availability. *The Auk*, 99(2): 332-341.
- Biedenweg D W. 1983. Time and energy budgets of the Mockingbird (*Mimus polyglottos*) during the breeding season. *The Auk*, 100(1): 149-160.
- Chastel O, Kersten M. 2002. Brood size and body condition in the House Sparrow *passer domesticus*: the influence of brooding behavior. *Ibis*, 144(2): 284-292.
- Knapton R W. 1984. Parental feeding of nestling Nashville Warblers: the effects of food type, brood-size, nestling age and time of day. *The Wilson Bulletin*, 96(4): 594-602.
- Lack D L. 1968. *Ecological Adaptations for Breeding in Birds*. London: Methuen Press.
- Schroeder M A, Boag D A. 1985. Behavior of Spruce grouse broods in the field. *Canadian Journal of Zoology*, 63(11): 2494-2500.
- 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.
- 贾陈喜, 郑光美, 周小平, 等. 2001. 血雉育雏期家族活动和暖雏行为. *动物学报*, 47(4): 376-380.
- 刘文盈, 张秋良, 邢小军, 等. 2008. 鄂尔多斯高原盐湿地底栖动物多样性特征与遗鸥繁殖期觅食的相关性研究. *干旱区资源与环境*, 22(4): 185-190.
- 邱英杰. 2011. 黑嘴鸥. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 39-41.
- 汪青雄, 肖红, 杨超. 2012. 陕西红碱淖同域分布遗鸥与棕头鸥巢址选择比较. *生态学杂志*, 31(4): 949-953.
- 张荫荪, 丁文宁, 陈容伯, 等. 1993. 遗鸥 (*Larus relictus*) 繁殖生态学. *动物学报*, 39(2): 154-159.
- 郑光美. 1995. *鸟类学*. 北京: 北京师范大学出版社, 220-240.