

doi: 10.7541/2018.097

## 人工驯养鼋繁殖习性研究

洪孝友<sup>1,2</sup> 朱新平<sup>1,2</sup> 陈辰<sup>1</sup> 赵建<sup>1</sup> 叶朝阳<sup>1,2</sup> 仇全波<sup>3</sup>

(1. 中国水产科学研究院珠江水产研究所, 农业部热带亚热带水产种质资源利用与养殖重点实验室, 广州 510380; 2. 上海海洋大学水产与生命学院, 上海 201306; 3. 佛山市高明区万绿源生态种养殖有限公司, 高明 528500)

**摘要:** 鼋(*Pelochelys cantorii*, 1864)属于中国国家一级重点保护野生动物, 生物学资料相对匮乏, 2015和2016年连续2年对人工驯养的4只亲鼋(2雌2雄)进行了繁殖生物学研究。人工驯养鼋的产卵期集中在5—8月, 夜间产卵, 无护卵行为。通过视频观察分析, 鼋产卵过程可分为IV个阶段。2只雌鼋2015年共产卵10窝, 每窝32—50枚, 共406枚, 受精273枚, 受精率为67.24%, 孵出稚鼋140只, 孵化率为51.28%; 2016年共产卵11窝, 每窝40—55枚, 共489枚, 受精353枚, 受精率为72.19%, 孵出稚鼋212只, 孵化率为60.06%。鼋卵圆形, 刚性, 均重 $(16.82 \pm 1.99)$  g, 卵直径 $(3.10 \pm 0.18)$  cm, 刚孵出稚鼋均重 $(13.60 \pm 0.85)$  g, 在人工控温下平均孵化期为 $(64.94 \pm 3.47)$  d。繁殖数据表明这2对鼋处于生育盛年期。针对2016年的繁殖数据分析, 2只雌鼋每窝产卵量无明显差异, 卵均重和卵直径间有显著相关性, 雌鼋1个体体重大于雌鼋2, 前者产的卵均重显著大于后者, 孵出稚鼋的初重差异也显著, 卵大, 稚鼋也大。孵出的稚鼋以活鱼苗为饵料, 在温室内人工养殖周年, 均重可以达 $(510.30 \pm 82.77)$  g。研究旨在为鼋繁育生物学提供基础性数据, 为其资源保护做贡献。

**关键词:** 鼋; 繁殖; 人工孵化; 稚鼋生长

**中图分类号:** S966.5

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-3207(2018)04-0794-06

鼋(*Pelochelys cantorii*, 1864)隶属曲颈龟亚目(Cryptodira), 鳖科(Trionychidae), 鼋属(*Pelochelys*), 主要分布在中国长江流域及以南地区, 和一些东南亚国家<sup>[1]</sup>。自20世纪70年代起, 国内由于鼋栖息地生境不断恶化及人类乱捕, 其分布区域大幅缩小、种群数量锐减, 野外分布的数量已经极少, 并一度被认为已经灭绝。1989年, 鼋被列为我国国家一级水生野生保护动物<sup>[2-4]</sup>。

繁殖生物学是龟鳖等长寿动物保护和管理研究的重要组成部分, 鼋的相关报道主要集中在上世纪末对其开展的资源调查研究<sup>[2-4]</sup>, 其繁殖生物学研究报道甚少。1991年, 黄惟灏等对野外自然繁殖的一窝卵进行了生态观察并对其中5枚受精卵进行了人工孵化研究<sup>[5, 6]</sup>。一直到2014年, 我们对1只初次产卵的人工驯养雌鼋进行了初步的繁育探讨, 人工孵化成功并获得了10只稚鼋<sup>[7]</sup>。在2015和2016年里, 我们对性成熟多年并有多年产卵经历的4只成

鼋(2雌2雄)进行了系统的繁殖生物学研究, 重点观察研究了产卵行为、窝数与窝卵数、卵规格与质量、受精率与孵化率、稚鼋规格与质量、以及稚鼋培育与生长等特性, 为鼋保育工作提供了基础数据。

## 1 材料与方法

### 1.1 成鼋和驯养池

4只鼋养护在中国水产科学研究院珠江水产研究所于佛山市高明区的一个合作基地。在2011年, 4只鼋测量的体重分别为27 kg(雌性)、19 kg(雌性)、24 kg(雄性)和22.5 kg(雄性)。鼋驯养在210 m<sup>2</sup>的方形泥底水泥池中。池水来源为水库水, 池水深1.2 m, 循环流动, 水质保持pH为7.0—8.0, 氨氮0.5—1.0 mg/L。一池边高出水面10 cm有一产卵沙池, 沙池长4.8 m, 宽2.4 m, 沙深45 cm, 沙池上空建有遮阴防水棚。每年清明后开始每2天向池中投放总重约2 kg的体质量为100—150 g冰鲜鲮*Cirrhinus*

收稿日期: 2017-10-11; 修订日期: 2018-01-20

基金项目: 农业部财政项目--物种资源保护项目(#2130135/2/1)资助 [Supported by the Ministry of Agriculture Financial Project (#2130135/2/1)]

作者简介: 洪孝友(1985—), 男, 湖北广水人; 博士研究生; 主要研究方向为种质资源与遗传育种。E-mail: hongxiaoyou1216@163.com

通信作者: 朱新平, 博士, 研究员; E-mail: zhuxinping\_1964@163.com

*molitorella*作为鼋的食物, 每年8月份在池中放养100 g左右的鲜活鲢1000尾作为饵料。

### 1.2 繁殖行为观察和鼋卵孵化

两只雌鼋在2015年前已记录有5年的产卵历史。专门架设红外监控系统, 在2016年繁殖季节, 对鼋的产卵行为进行录像观察并分析。

鼋产卵后12—14h内, 挖窝采卵, 纪录窝的深度、卵堆的体积、卵的数量及受精卵数量, 用游标卡尺(0.01 cm)测量卵径、电子天平(0.01 g)称量卵重。

孵化用的孵化盒为长宽高为37.5 cm×27.5 cm×14.5 cm的塑料盒, 孵化介质为过筛的细河沙, 将约8.5 cm厚的含水量约8%—10%的细沙中置于盒中, 将同一窝卵紧密排列于孵化盒中间, 盖上2 cm厚细沙, 将同样大小的孵化盒盖在上面。孵化房用空调进行控温, 孵化介质温度和介质的相对空气湿度用温湿度记录仪(精创RC-4HC/A)每15min纪录1次。

为了区别方便将体重为27 kg的雌鼋记为雌鼋1, 18 kg的雌鼋记为雌鼋2。

### 1.3 稚鼋培育

刚孵出的稚鼋, 待脐带收敛干脱后, 用电子天平(0.01 g)测量稚鼋的体重后, 置于0.6 m<sup>2</sup>的细沙底胶盆中, 沙厚5 cm, 水深2—3 cm, 投放食蚊鱼*Gambusia affinis*(体长1—2 cm)作为活饵, 每天换水1次并补充活饵。1周后将稚鼋置于直径为2.0 m的圆形水桶中培育, 培育用水为过滤循环水, 保持pH为7.0—7.5, 氨氮≤0.5 mg/L。水桶中沙厚10 cm, 水深5 cm, 放养密度为100只/桶, 以体长1—2 cm食蚊鱼作为鼋的活饵。11月8日选取大规格的个体100只, 称取总重量后, 置于直径为4.2 m的圆形水桶, 以体长2—4 cm食蚊鱼或者鲢作为活饵, 记录投喂活饵的重量, 不定期随机测量30只鼋个体体重。整个培育在温室内进行, 空气能加热, 水温维持在26.0—27.5℃。

### 1.4 数据统计

实验数据采用平均值±标准差表示, 用方差分析(ANOVA)对数据进行比较分析, 统计分析在IBM SPSS 23.0上进行, 所有检测为双尾, 显著水平为 $P<0.05$ 对相关数据进行检验。

## 2 结果

### 2.1 鼋繁殖产卵行为

研究期间每年4月下旬至5月上旬, 多次观察到4只鼋在池塘中追逐、交配。从5月份开始, 观察到雌鼋在晚上出水上沙丘寻找产卵场所。2只雌鼋在

夜间产卵, 无护卵行为。2015年5月15日到8月20日, 雌鼋1和雌鼋2各产5窝卵; 2016年5月19日到8月8日, 雌鼋1产6窝卵, 雌鼋2产5窝卵。

根据视频影像资料, 鼋产卵过程可分为IV个阶段, 各阶段耗时见表1。

阶段I, 选巢期。鼋用两前趾爬上沙池边, 伸长脖子, 观察产卵沙场情况, 待感安全后才爬上沙池, 在沙场边爬行边转圈, 直至选定位置便开始挖巢。鼋产卵前的1—3d, 夜晚20:00至凌晨2:00会上沙堆寻找合适产卵位置以及确定产卵是否安全, 次数也不一定, 1—3次, 在沙池停留时间为4min至2h; 鼋爬上沙池产卵之前也会有0—3次爬上沙池, 停留时间从1min至1h不等。

阶段II, 掘巢期。待选定产卵点后, 鼋两前趾固定不动, 两后肢交替向后挖沙, 直到巢穴挖好。挖沙时后肢的趾甲伸进尾部下方沙子中, 然后用强劲的后肢将沙子甩向身后的空中。在整个过程中, 后肢挖沙的力道较大, 扬起的沙子可达1.5 m高。

阶段III, 产卵期。在掘巢后, 鼋保持不动1—2min, 开始产卵。产卵时泄殖腔稍向上抬高, 两前趾依然固定不动, 头颈部前伸, 抽搐一下, 然后重复这个过程产下一枚卵, 直到此次产卵结束。平均产卵所需时间9min 54s, 每窝的产卵用时与每窝卵数量具有正相关关系,  $T=0.2494N-1.2116$  ( $T$ 为产卵用时, 单位为分钟;  $N$ 为产卵数量, 单位为枚) ( $r=0.687$ ,  $P=0.041$ ), 平均15.0s产1枚卵。窝深28.5—37.0 cm, 卵窝腔卵的层数为4—8, 卵窝腔最大横截面(14—21) cm×(12—16) cm。

阶段IV, 掩巢穴、回水体期。在鼋产完卵后, 稍休息, 用两后肢向内拨动沙子, 将身下的卵用沙子盖上, 之后左前肢和左后肢为一组先后向身后拨动沙子, 数次后右前肢和右后肢为一组先后向身后拨动沙子, 两组轮番多次后, 鼋身体已经离开巢窝一段距离, 且向后拨的沙子已将窝盖平, 鼋爬过的

表1 鼋产卵过程各期所需时间

Tab. 1 Time spent on four stages by *Pelochelys c.* in nesting

| 分期<br>Stage                                         | 各期平均耗时<br>Mean time<br>(min, mean±SD) | 范围<br>Range (min) |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| 选巢期(I)<br>Selecting nest                            | 19.38±11.88                           | 8.75—22.42        |
| 掘巢穴期(II)<br>Excavating egg chamber                  | 8.46±1.01                             | 6.25—9.40         |
| 产卵期(III)                                            | 9.90±1.44                             | 7.00—11.17        |
| 盖窝巢、回水体期(IV)<br>Covering nest and<br>re-entry water | 44.06±22.70                           | 20.75—84.63       |

一段痕迹也被沙子掩盖, 整个过程穿插时间不等的休息。鼋静止休息或者在沙场中爬行一会, 最后回到水中, 直至下次产卵前再回到产卵沙堆。

## 2.2 鼋个体产卵量与产卵特征

鼋卵近圆形、刚性, 卵壳钙质层较薄。2015年2只雌鼋各产卵5窝, 共406枚, 平均窝卵量为 $(40.60 \pm 5.16)$ 枚; 受精卵273枚, 受精率67.24%; 孵出140只仔鼋, 孵化率为51.28%。2016年2只雌鼋共产卵11窝, 平均5.5窝, 共489枚卵, 平均窝卵量为 $(44.45 \pm 4.61)$ 枚, 其中雌鼋1产6窝共258枚卵, 雌鼋2产5窝共231枚卵; 受精卵353枚, 受精率72.19%; 孵出212只仔鼋, 孵化率为60.06%。2016年的繁殖数据较2015年高。

2015年, 雌鼋1每窝卵的间隔期为17—20d, 雌鼋2前4窝间隔期为18—19d, 第5窝与第4窝间隔28d。2016年, 雌鼋1前5窝卵的间隔期为12—14d, 第6窝与第5窝间隔29d, 雌鼋2的窝间隔期为14—16d。

2016年, 鼋卵人工孵化的平均温度为 $(28.8 \pm 1.5)^\circ\text{C}$ , 范围在 $24.2\text{—}33.1^\circ\text{C}$ ; 平均相对空气湿度为 $(59.9 \pm 4.9)\%\text{RH}$ , 范围在 $48.8\%\text{—}69.4\%\text{RH}$ 。对2016年繁殖的数据(表2)分析结果显示: (1)2只鼋每窝产卵量无明显差异(ANOVA,  $F_{1,9}=0.442$ ,  $P=0.283$ )。鼋卵均重和卵直径间有显著相关性( $r=0.916$ ,  $P<0.01$ )。 (2)窝卵量与卵直径有显著的负相关关系( $r=-0.650$ ,  $P=0.030$ )。 (3)2只鼋个体之间卵均重差异显著(ANOVA,  $F_{1,474}=98.559$ ,  $P=0.014$ ), 卵径差异极显著(ANOVA,  $F_{1,474}=150.670$ ,  $P=0.001$ )。 (4)同一雌鼋个体, 不同窝次卵均重存在部分显著性差异, 出现先增重后减轻的趋势, 具体见图1。 (5)同样条件下, 雌鼋1卵孵化时间要明显短于雌鼋2( $F_{1,200}=0.017$ ,  $P<0.01$ ), 雌鼋1卵孵化时间为 $(63.49 \pm 2.98)\text{d}$ , 雌鼋2卵孵化时间为 $(66.67 \pm 3.21)\text{d}$ 。总体来看, 全部卵的孵化时间为 $(64.94 \pm 3.47)\text{d}$ 。 (6)两只雌鼋的仔鼋均重有差异, 雌鼋1的仔鼋 $(13.74 \pm 0.81)\text{g}$ , 雌鼋2的仔鼋 $(13.45 \pm 0.86)\text{g}$ , 两者之间差异显著( $F_{1,200}=6.332$ ,  $P=0.013$ )。雌鼋个体大, 产的卵大, 孵出仔鼋也大。

## 2.3 稚鼋生长

2016年孵出的仔鼋先在细沙底胶盆中培育, 在2016年11月8日, 选取了100只规格整齐的稚鼋, 平均体重为 $(75.00 \pm 10.56)\text{g}$ , 置于直径为4.2 m的圆形水桶, 以体长2—4 cm食蚊鱼或鲢作为活饵。整个培育在室内进行, 以空气能加热, 水温常年维持在 $26.0\text{—}27.5^\circ\text{C}$ 。到2017年8月24日成活率为100%, 个体平均体重为 $(510.30 \pm 82.77)\text{g}$ ( $n=30$ ), 此阶段的

表2 2016年鼋繁殖特征

Tab. 2 Reproduction characteristics of the *Pelochelys c.* in 2016

| 指标<br>Index                       | 雌鼋1<br>Female 1    | 雌鼋2<br>Female 2    |
|-----------------------------------|--------------------|--------------------|
| 产卵窝数<br>Laying eggs clutch number | 6                  | 5                  |
| 窝卵量<br>Per clutch size            | $43.0 \pm 3.6$     | $46.2 \pm 5.6$     |
| 卵重量<br>Egg mass (g)               | $17.04 \pm 2.49^a$ | $16.59 \pm 1.20^b$ |
| 卵直径<br>Egg diameter (cm)          | $3.12 \pm 0.23^a$  | $3.07 \pm 0.10^b$  |
| 稚鼋初重<br>Hatching mass (g)         | $13.74 \pm 0.81^a$ | $13.45 \pm 0.86^b$ |

注: 平均数后上标不同字母表示差异显著( $P<0.05$ )

Note: Different superscript mean significantly different ( $P<0.05$ )

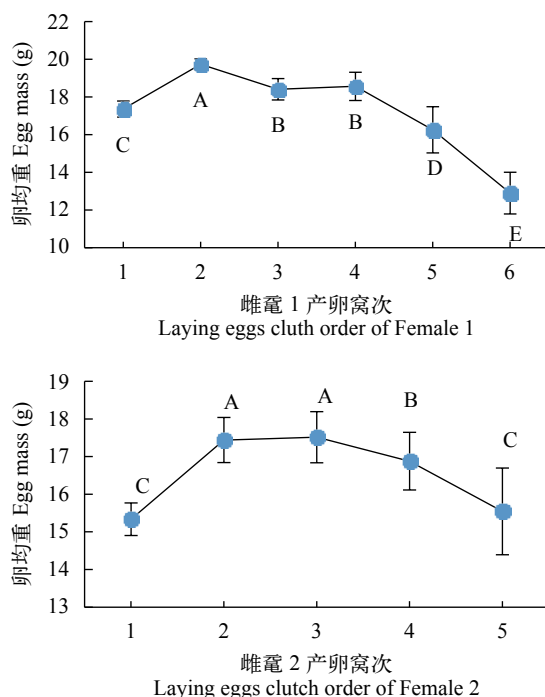


图1 2016年2只雌鼋不同窝次卵均重

Fig. 1 The mass of egg belonged to the different laying eggs clutch order in two females in 2016

平均数后上标不同字母表示差异显著( $P<0.05$ ), 大写字母代表极显著( $P<0.01$ )

The star superscript means that there is a significant difference ( $P<0.05$ ), while a capital letter means that there is a very significant difference ( $P<0.01$ )

活饵系数为4.65。鼋生长曲线见图2, 此阶段模拟较好的生长公式为 $Y=1.4993t+58.521$  ( $R^2=0.991$ ,  $t$ 为此阶段培育天数d,  $Y$ 为体重g)。可以看出, 人工养殖周年鼋幼体趋迅速生长模式。

## 3 讨论

本研究驯养的2对成鼋年龄背景不知, 根据体



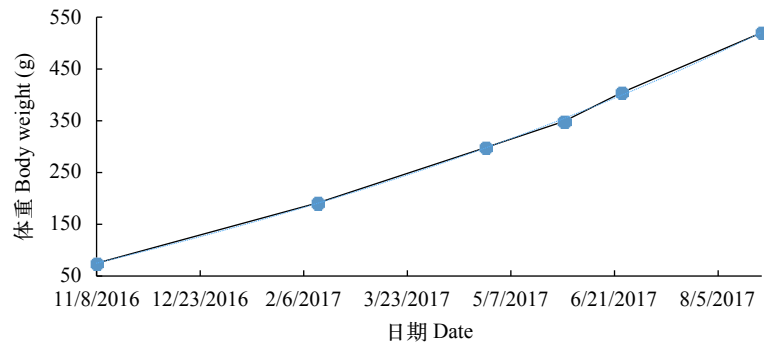


图2 幼鼋周年生长曲线

Fig. 2 The growth chart of Hatchings

重和近几年的繁殖情况,可以判定这4只成鼋正处于生育的青壮年期,雄性个体能够产生较强活力的精子,雌性个体具有较强的繁殖能力。2015年和2016年两年最后一窝卵的数量较多,受精率相对较低,只有12%和10%,卵重偏轻,产卵间隔期较长,比正常卵窝间隔期长了近10d。在爬行动物中,雄性的精子可在雌体体内保留数月数年<sup>[8]</sup>,例如,小型鳖科动物中华鳖*Pelodiscus sinensis*的精子在母体存活可超过1年<sup>[9]</sup>,大型鳖科动物恒河古鳖*Aspideretes gangeticus*,单独饲养15年的雌性依然能够产生受精卵,受精率达到95.85%,并能够孵出后代<sup>[10]</sup>。因为龟鳖类的繁殖活动需要消耗大量能量<sup>[11,12]</sup>,受产卵频次及繁殖资源可得性等因素的影响<sup>[13]</sup>,最后一窝卵受精率低的原因可能是出在雌鼋上。推测雌鼋当年在产头几窝卵时,已经消耗了大量能量。到最后一窝时,时间已为当年的8月份,此时气温升高,水温也升高,鼋机体的代谢率提高,用于卵细胞发育的能量不够,造成的卵发育不良,卵重及规格偏小、受精率低。

在爬行动物中,动物分配用于繁殖的资源 and 雌体腹腔容纳量是有限的<sup>[14,15]</sup>。本研究雌鼋在2年里每只产卵量均超过200枚,而鼋初次年产卵仅为66枚<sup>[7]</sup>,处于产卵盛期年龄的鼋不论是产卵窝数、产卵数量、卵质量、受精率还是孵化率均比初次产卵高出很多,这也是龟鳖动物普遍存在的一个现象,爬行动物的繁殖输出受繁殖资源可得性及现时繁殖和未来繁殖权衡关系的影响,也受动物形态和生理状态、环境条件和各自进化历史的限制<sup>[16,17]</sup>。另外,人工驯养的鼋,不管是初次还是产卵多年,其卵受精率和孵化率均要比野外高得多<sup>[5]</sup>,这说明鼋对环境的适应能力很强,可以较好地适应人工环境,同时人工驯养环境下食物供应更充足,雌雄相遇配对机会更多。

卵大小和窝卵数的权衡一直是生活史理论的

核心问题<sup>[18]</sup>,一些经典理论预测,卵大小与窝卵数之间存在负相关关系<sup>[19]</sup>,但一些学者指出该理论并不适用于所用的爬行动物<sup>[20,21]</sup>,本实验中2只雌鼋2016年的数据亦表明,母体大,卵大,窝卵数少;母体小,卵小,窝卵数多,符合经典预测理论的负相关关系。在一些龟鳖中,特别是大型产圆球形卵的龟鳖,由于受到骨盘通道大小的限制,所产卵的大小和亲本个体大小相关<sup>[20]</sup>,本实验也验证了这一点。

鼋繁殖产卵行为与其他龟鳖<sup>[22-24]</sup>类似,亦有大型龟鳖的独特方式,特别是产卵后盖窝巢的方式,这也解释了野外资源调查报道有鼋爪印地方却找不到卵窝巢穴的这一现象,而非之前猜测的跳离卵窝巢穴或用裙边和腹部抹平印痕<sup>[5]</sup>。虽说龟鳖产卵后没有护卵行为,但鼋这种产卵后盖窝巢的方式对卵的保护亦起到了重要的作用。

#### 参考文献:

- [1] Shi H T, Hou M, Peter P, et al. Identification Manual for Traded Turtles in China [M]. Beijing: Encyclopedia of China Publishing House. 2011, 168 [史海涛, 侯勉, Peter Pritchard, 等. 中国贸易龟类检索图鉴, 北京: 中国大百科全书出版社. 2011, 168]
- [2] Zhao E M. China Red Data Book of Endangered Animals: Amphibia and Reptilia [M]. Beijing: Science Press. 1998, 162—164 [赵尔宓. 中国濒危动物红皮书: 两栖类和爬行类. 北京: 科学出版社. 1998, 62—164]
- [3] Gui H Q, Ma X M. The soft-shelled turtle, *Pelochely bibroni* in china: its historical distribution and current situation—Comment on the protective methods of *Pelochely bibroni* of Oujiang River basin [J]. *Journal of Hangzhou Normal University (Humanities and Social Sciences)*, 2000, (3): 45—48 [顾辉清, 马小梅. 鼋在我国的历史地理分布和现状—评述瓯江流域鼋的保护对策. 杭州师范学院学报: 社会科学版, 2000, (3): 45—48]
- [4] Lau M, Shi H T. Conservation and trade of terrestrial and freshwater turtles and tortoises in the People's Republic

- of China. In: van Dijk P P, Stuart B L, Rhodin A G J (Eds.), Asian Turtle Trade: Proceedings of a Workshop on Conservation and Trade of Freshwater Turtles and Tortoises in Asia [M]. Chelonian Research Monographs. 2000, 30—38
- [5] Huang W H, Zhou S Y, Wang K W, *et al.* An investigation of naturally reproductive ecology of *Pelochely bibroni* [J]. *Journal of Anhui University* (Natural Science Edition), 2003, **27**(1): 103—107 [黄惟灏, 周少翌, 王凯伟, 等. 鼋的自然繁殖生态的考察. 安徽大学学报: 自然科学版, 2003, **27**(1): 103—107]
- [6] Zhou S Y, Huang W H, Wang K W, *et al.* The artificial incubation test on *Pelochely bibroni* [J]. *Inland Fisheries*, 2004, **29**(9): 31—32 [周少翌, 黄惟灏, 王凯伟, 等. 鼋卵人工孵化试验. 当代水产, 2004, **29**(9): 31—32]
- [7] Zhu X P, Hong X Y, Zhao J, *et al.* Reproduction of captive Asian giant softshell turtles, *Pelochelys cantorii* [J]. *Chelonian Conservation and Biology*, 2015, **14**(2): 143—147
- [8] Pearse D E, Avise J C. Turtle mating systems: behavior, sperm storage, and genetic paternity [J]. *Journal of Heredity*, 2001, **92**(2): 206—211
- [9] Chen S, Zhang L, Le Y, *et al.* Sperm storage and spermatozoa interaction with epithelial cells in oviduct of Chinese soft-shelled turtle, *Pelodiscus sinensis* [J]. *Ecology & Evolution*, 2015, **5**(15): 3023—3030
- [10] Whitaker N. Immaculate conception, incubation protocols, and egg characteristics of the Ganges softshell turtle (*Aspideretes gangeticus*) [J]. *Contemporary Herpetology*, 2006, (1): 1—6
- [11] Bjorndal K A. The consequences of herbivory for the life history pattern of the Caribbean green turtle, *Chelonia mydas* [J]. *Biology and Conservation of Sea Turtles*, 1982, 111—116
- [12] Jackson D C, Prange H D. Ventilation and gas exchange during rest and exercise in adult green sea turtles [J]. *Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*, 1979, **134**(4): 315—319
- [13] Ferguson G W, Brown K L, DeMarco V G. Selective basis for the evolution of variable egg and hatchling size in some iguanid lizards [J]. *Herpetologica*, 1982, **38**(1): 178—188
- [14] Moll E O. Reproductive cycles and adaptations [A]. In: Harless M, Morlock H (Eds.), *Turtles: Perspectives and Research* [C]. New York: John Wiley & Sons. 1979, 305—331
- [15] Godfray H C J, Partridge L, Harvey P H. Clutch Size [J]. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1991, **22**: 409—429
- [16] Gibbons J W, Greene J L. Reproduction in the slider and other species of turtles [J]. *Life History and Ecology of the Slider Turtle*, 1990: 124—134
- [17] Litzgus J D, Bolton F, Schulte-Hostedde A I. Reproductive output depends on body condition in spotted turtles (*Clemmys guttata*) [J]. *Copeia*, 2008, (1): 86—92
- [18] Stearns S C. The evolution of life histories [J]. *Quarterly Review of Biology*, 1992, **123**(5): 835—839
- [19] Smith C C, Fretwell S D. The optimal balance between size and number of offspring [J]. *The American Naturalist*, 1974, **108**(962): 499—506
- [20] Congdon J D, Gibbons J W. Morphological constraint on egg size: a challenge to optimal egg size theory [J]? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1987, **84**(12): 4145—4147
- [21] Ford N B, Karges J P. Reproduction in the checkered garter snake, *Thamnophis marcianus*, from Southern Texas and Northeastern Mexico: seasonality and evidence for multiple clutches [J]. *Southwestern Naturalist*, 1987, **32**(1): 93—101
- [22] Zhu A L, Shi Y, Zhu X P, *et al.* Effects of different temperature on embryonic development, hatchling traits and hatchling moving of *Trionyx sinensis* [J]. *Genomics and Applied Biology*, 2013, **32**(3): 303—307 [朱阿莉, 史燕, 朱新平, 等. 温度对中华鳖胚胎发育和初生幼体形态特征及活动能力的影响. 基因组学与应用生物学, 2013, **32**(3): 303—307]
- [23] Li G S, Tang D Y. Study on the breeding ecology of *Cuora trifasciata* [J]. *Ecologic Science*, 2002, **21**(2): 112—114 [李贵生, 唐大由. 三线闭壳龟繁殖生态的研究. 生态科学, 2002, **21**(2): 112—114]
- [24] Zhao W H, Wei C Q, Guo J H, *et al.* Observation on the egg-laying behavior of *Mauremys mutica* [J]. *Chinese Journal of Zoology*, 2008, **43**(4): 92—96 [赵伟华, 魏成清, 郭检红, 等. 黄喉拟水龟产卵行为的观察. 动物学杂志, 2008, **43**(4): 92—96]

## REPRODUCTION TRAITS OF CAPTIVE ASIAN GIANT SOFTSHELL TURTLES, *PELOCHELYS CANTORII*

HONG Xiao-You<sup>1,2</sup>, ZHU Xin-Ping<sup>1,2</sup>, CHEN Chen<sup>1</sup>, ZHAO Jian<sup>1</sup>, YE Zhao-Yang<sup>1,2</sup> and QIU Quan-Bo<sup>3</sup>

(1. Key Laboratory of Tropical & Subtropical Fishery Resource Application & Cultivation of Ministry of Agriculture, Pearl River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510380, China; 2. College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 3. Wan Lü Yuan Ecospecies Breeding Co., Ltd, Gaoming 528500, China)

**Abstract:** The Asian giant softshell turtle *Pelochelys cantorii* (Trionychidae) is seriously endangered and has designated as the first grade of protected animal in China in 1989. In 2000, it has been listed as endangered species by the International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List of Threatened Species, and put on par along with the Giant panda *Ailuropoda melanoleuca* and the white-flag dolphin *Lipotes vexillifer*. This animal typically suffers from gradual reduction in its total population because of inadequate safety, food, and health protections. Sparse data, extensively referred in the literature, emphasize on the reproductive for this species, in order to enhance individuals' knowledge about the reproduction of *P. cantorii*. For this purpose, we attempted to study the nesting behavior, clutch size, egg size, incubation period, as well as other reproductive characteristics of 4 adults (2♂, 2♀) under captive conditions from 2015 to 2017. Oviposition season is commenced from May to August; the egg-laying behaviors are typically occurred at the night. Clutches are made up of eggs with spherical and rigid shells without parental care behaviors. All adult females laid 5—6 clutches [mean egg number=(42.6±5.3); (32—55);  $n=21$ ] during the breeding season in 2015 and 2016. In 2016, the mean egg's mass, egg's diameter, and mass of the newly hatchings were (16.82±1.99) g ( $n=476$ ), (3.10±0.18) cm ( $n=476$ ), and (13.60±0.85) g ( $n=202$ ), respectively. Analysis of reproductive data obtained by 2016 based on the size and mass of the eggs, which were positively correlated ( $r=0.916$ ,  $P<0.01$ ), showed that there was no significant difference in average size of clutch between these two females (Using analysis of variance (ANOVA),  $F_{1,9}=0.442$ ,  $P=0.283$ ). The weight of female No. 1 was more than that of female No. 2, the mass of female No. 1's egg and newly hatchings were both more than that of female No. 2 as well. The juveniles fed by live fish seedlings could be reared to (510.30±82.77) g in the greenhouse for one year. The achieved findings affiliated with reproduction traits in *P. cantorii* can shield some light, and those results might be used to improve the conservation of the species.

**Key words:** *Pelochelys cantorii*; Reproductive; Incubation; Hatchings growth

### 撤稿声明

编辑部于2018年4月09日收到作者董亚萍邮件, 反映《水生生物学报》2017年41卷第2期, 文章题为“草鱼体内双氟沙星药代动力学研究”(董亚萍 孙晶 蒋欣益 胡鲲 杨先乐) doi: 10.7541/2017.46, 由于作者的工作失误, 致使涉及该文的部分实验样品保存过程中出现混淆, 导致文中数据出现了严重的错误。

本着实事求是的原则, 编辑部对“草鱼体内双氟沙星药代动力学研究”一文正式撤稿, 撤稿与编辑部工作无关。同时, 编辑部已删除该文在《水生生物学报》网站及微信公众号上的相关信息, 并协调中国知网、万方数据、维普网等合作机构已将该文撤除。请所有读者和机构等勿再以任何形式引用或传播该文。

《水生生物学报》编辑部

2018-06-21