

## 黄喉拟水龟的繁殖生物学研究

朱新平 陈永乐 魏成清 刘毅辉 陆小萏 郑光明

(农业部热带亚热带鱼类选育和养殖重点实验室,  
中国水产科学研究院珠江水产研究所 广州 510380)

**摘要:** 1998 年 4—11 月对黄喉拟水龟的繁殖生物学进行了研究。在广东, 黄喉拟水龟的产卵高峰期在 5—6 月, 窝卵量 1—7 枚, 平均 2.5 枚; 卵重平均 13.95g; 长径平均 4.34cm; 短径平均 2.23cm。卵重与卵长径呈正相关关系。在 25—32℃、沙床含水量 5—10% 孵化条件下, 孵化时间平均 73.8d, 孵化率 84.2%。初生稚龟均重 9.75g。背甲长平均 3.77cm; 背甲宽平均 2.91cm。稚龟体重与背甲长、宽呈极显著的正相关关系。稚龟经 8—11 月 3 个月生长, 平均日增重 0.149g。稚龟体重、背甲长、宽与日龄呈极显著的正相关关系, 稚龟体重与背甲长宽也呈极显著的正相关关系。

**关键词:** 黄喉拟水龟; 繁殖生物学

中图分类号: S966.5 文献标识码: A 文章编号: 1000-3207(2001)05-0449-06

黄喉拟水龟 (*Mauremys mutica* Cantor), 两广俗称石龟, 分类上隶属龟鳖目、龟科、拟水龟属, 国内主要分布于江浙、安徽、两广、海南、福建及台湾, 国外分布于越南。黄喉拟水龟营养丰富, 而且具有较高的观赏与药用价值。近年来, 由于生态环境的破坏以及人为的滥捕, 其自然资源急剧减少。开展人工繁育及养殖是保护该物种的重要途径之一。关于龟类动物的人工繁育及养殖已有成功的报道<sup>[1,2]</sup>, 但黄喉拟水龟的研究报告较少, 尤其是系统的繁殖生物学迄今国内外未见详细报道。笔者在 1998 年 4 月至 11 月, 对黄喉拟水龟的繁殖生物学进行了研究, 以期为黄喉拟水龟的资源保护和开发利用提供科学依据。

### 1 材料与方法

**1.1 材料来源及饲养** 试验用黄喉拟水龟为 1998 年 4 月从广西购进的越南种群, 是经驯养一段时间的野生龟。共 872 只, 其中雄性 420 只, 雌性 452 只, 每只均重 750g, 最轻 500g。

种龟池为水泥结构, 分三部分。下部为水深 30cm 左右的蓄水池; 中部为喂饵及活动场; 上部为铺放有细沙的产卵场。饵料以低档小杂鱼为主, 辅以牛肝、大蕉。每日定时喂 1—2 次。

收稿日期: 1999-02-19; 修订日期: 2001-02-10

基金项目: 国家 948 项目(983096)资助

作者简介: 朱新平(1964—), 男, 湖南省邵阳市人; 硕士, 副研究员; 研究方向: 遗传育种

**1.2 龟卵的孵化及稚龟的培养** 采集龟卵, 记录产卵日期、窝卵数和产卵量, 统计受精率, 用扭力天平和游标卡尺测量卵鲜重及长、短径。以泡沫箱作孵化器进行人工孵化。泡沫箱壁钻孔透气。面积  $64.4\text{cm} \times 32.5\text{cm} = 2093\text{cm}^2$ , 铺设 10cm 深的沙子。埋蛋深度为 3—4cm。每箱置卵 24—63 只不等。沙床含水量为 5—10%, 以手握沙成形、落地即散为准。孵化温度控制在 25—32℃ 之间。记录孵出日期, 统计孵化率。稚龟孵出后, 只要卵黄囊收缩消失即可测量体重、背甲长度及宽度, 记录后集中喂养。头一个星期喂猪肝、蛋黄, 稍后加喂鲜鱼肉。定期测定重量、背甲长和宽等参数, 直至 3 个月龄止。应用生物统计学方法, 对卵重、卵径、稚龟重、背甲长宽以及稚龟的生长进行分析研究。

## 2 结果与讨论

### 2.1 黄喉拟水龟繁殖行为观察

黄喉拟水龟雌龟腹甲中央平坦, 尾短, 泄殖腔孔距尾基部较近; 雄龟腹甲中央凹陷, 尾长, 泄殖腔孔距尾基部较远。作者的观察与周婷<sup>[3]</sup>的描述相同。从购进的 989 只试验黄喉拟水龟中, 雌雄个体重量相近, 未发现有像乌龟(*Chinemys reevesii*)、金钱龟(*Cuora trifasciata*)中雄性个体比雌性个体小的现象。

黄喉拟水龟在 4 月至 11 月均有交配行为, 尤以 9—10 月最盛。水陆均可交配, 以在水中居多。交配前, 雄龟追逐雌龟, 咬住雌龟的脖子, 前肢抓着雌龟背甲前两侧, 后肢则抓着雌龟背甲的后两侧, 跟着雌龟在水中翻动或在陆地上爬行。雌龟不动时, 雄龟则伏在雌龟背上交配。交配时间约 10min。交配时, 遇惊则会分开。

产卵多在夜间或黎明。雌龟产卵前, 爬进沙池中选择位置, 后即开始挖穴。前肢固定身体, 两后肢轮换挖沙, 尾巴帮助扫沙。挖沙时头颈前倾注意周围动静。洞穴挖好后, 开始产卵。产卵时, 前肢撑起, 头高昂, 后肢在穴口两侧趴着不动, 尾部正好对准穴口, 尾巴伸入穴内。产完卵即用后肢把穴内卵排好。刚产出的卵壳较软具弹性, 随后开始变硬。产卵时受惊亦不逃。产完卵盖穴。盖穴时, 也是全靠后肢、尾巴协同作用, 利用身体后半部的重力压实穴口, 用四肢把穴周围爬平, 然后离开。无护卵行为。整个产卵过程约需 5—6h。黄喉拟水龟的交配及繁殖行为与吴建中<sup>[4]</sup>对乌龟观察到的现象基本相同。

### 2.2 龟卵的收集

**2.2.1 产卵情况** 黄喉拟水龟在 1998 年 4 月 26 日开始产卵, 一直持续到 8 月 24 日止, 其在 4—8 月的产卵量及分布见表 1。黄喉拟水龟在 6 月份的产卵量最大, 占全年产卵量的 46.5%; 5 月份次之, 占 29.8%; 5 月和 6 月的产卵量占全部产卵量的 76.3%。这表明 5、6 月份为黄喉拟水龟的主要产卵期。黄喉拟水龟产卵, 每窝少至 1 枚、多至 7 枚, 而以每窝 2—3 枚的窝数最多, 其窝数占总窝数的 58.4%。经统计的窝数为 412 窝, 总卵量为 1035 枚, 平均每窝 2.5 枚。

**2.2.2 龟卵的量度** 黄喉拟水龟卵白色, 为长椭圆形。随机抽取 30 枚龟卵测量, 龟卵重 10.41—20.62g, 均数为 13.95g; 长径 3.41—5.53cm, 均数为 4.34cm; 短径 1.75—2.67cm, 均数为 2.23cm。在卵鲜重、长径、短径三个指标中, 卵重的变异系数最大, 长径次之, 短径最小。这说明黄喉拟水龟的卵重存在较大的个体变异, 卵长的个体变异次之,

卵短径的个体变异较小。

表 1 黄喉拟水龟 4—8 月的产卵量

Tab 1 Quantity of *M. mutica* eggs from April to August

月份 Month	Apr	May	Jun	Jul	Aug	合计 Total
产卵量(%)	21	350	547	210	48	1176
Quantity of Eggs	1.8	29.8	46.5	17.8	4.1	100

卵重与长径的相关系数为  $r_1 = 0.6255$ ,  $r_1 > r_{0.01}$ , 相关关系极显著。卵重与短径的相关系数为  $r_2 = 0.2681$ ,  $r_2 < r_{0.05}$ , 相关关系不显著。也就是说, 卵的重量与卵的长径相关性大, 与卵的短径相关性小。卵重与卵长径的回归方程为:  $W_{\text{egg}} = 2.8863L_{\text{egg}} + 1.4208$  ( $r = 0.6255$ )。

以上结果与乌龟卵以及黄缘盒龟(*Cistoclemmys flavomarginata*)卵参数进行比较见表 2。黄喉拟水龟卵在重量、卵长径与卵短径都比乌龟大, 而与黄缘盒龟相近。卵大, 怀卵量自然就少, 这可能是黄喉拟水龟产卵量比乌龟少的原因之一。

表 2 黄喉拟水龟、乌龟和黄缘盒龟卵参数之比较

Tab. 2 Parameters of eggs of *M. mutica*, *Ch. reevesii* and *Ci. flavomarginata*

种类 Species	卵重(g) Egg Weight	卵长径(cm) Egg Length	卵短径(cm) Egg Width
黄喉拟水龟 <i>M. mutica</i>	10.4—20.6	3.4—5.5	1.7—2.6
乌龟 <i>Ch. reevesii</i>	3.7—8.65 <sup>[5]</sup>	2.9—4	1.5—1.8 <sup>[4]</sup>
黄缘盒龟 <sup>[6]</sup> <i>Ci. flavomarginata</i>	11—18.5	3.8—5.2	1.3—2.5

## 2.3 龟卵的孵化

受精龟卵在卵壳中部有一圈明显的乳白色带, 未受精卵则没有这一特征。在黄喉拟水龟所产的 1176 枚卵中, 841 枚为受精卵, 受精率 71.5%, 共孵出 708 只稚龟, 孵化率为 84.2%。在面积为 2093 cm<sup>2</sup> 的孵化箱内, 每箱放卵 24—63 枚不等。该范围内孵化率无明显差异。作者认为, 在这样的面积里放 45—50 枚会有较高的孵化率。

孵化期间, 当气温低于 25 ℃时, 开启电热器人工加温, 使孵化温度保持 25—32 ℃。孵化沙床含水量保持 5—10%。抽取几个时段产的龟卵统计孵化时间见表 3。4 月 26 日—5 月 2 日入孵的龟卵平均需要 86.2d 才孵出稚龟, 5 月 14 日—5 月 17 日的则要 80.25d, 6 月 18 日—19 日的为 73.5d, 6 月 28 日—30 日的仅 63.5d。从 4 月底到 6 月底, 随着自然气温的升高, 孵化时间越来越短。在抽取的样本中, 最短是 54d, 最长 112d, 平均孵化时间为 73.8d。根据刘国安<sup>[5]</sup>的报道, 从受精卵到孵化, 以时间为单位所需的温度总和来计算积温, 推算出乌龟所需积温为 37000 ℃·h 左右。按设定的孵化温度 25—32 ℃, 黄喉拟水龟所需的积温约为 49600 ℃·h 左右, 比乌龟孵化所需时间长。

表 3 黄喉拟水龟卵孵化时间统计

Tab. 3 Incubation period of *M. mutica*

卵数 No. of eggs	孵化开始日期 Hatching date	孵化结束日期 Hatching ending date	孵化时间(d) Hatching time
23	26/04—02/05	15/07—03/08	77—93( $\bar{x} = 86.2$ )
44	14/05—17/05	26/07—03/09	72—112( $\bar{x} = 80.3$ )
35	18/06—19/06	21/08—14/09	63—87( $\bar{x} = 73.5$ )
54	28/06—30/06	23/08—16/09	54—78( $\bar{x} = 63.3$ )

随机抽取 30 只刚孵化出壳的稚龟进行测量, 其量度参数见表 4。在初生稚龟的体重、背甲长、背甲宽三个指标中, 体重的变异系数较大, 而背甲长、短径的则较小, 说明初生稚龟个体间存在较大的体重变异, 而背甲长、短的个体变异相对较小。

表 4 初生黄喉拟水龟稚龟的量度(C. V 变异系数)

Tab. 4 The measurements of juvenile *M. mutica*

体重 Weight (g)				背甲长 Carapace Length (cm)				背甲宽 Carapace width (cm)			
Max	Min	$\bar{x} \pm SD$	C. V	Max	Min	$\bar{x} \pm SD$	C. V	Max	Min	$\bar{x} \pm SD$	C. V
13	6.4	9.75 ± 1.72	0.18	4.2	3.2	3.77 ± 0.26	0.07	3.3	2.2	2.91 ± 0.29	0.10

初生黄喉拟水龟体重与背甲长、宽有一定的相关性, 体重与背甲长的相关系数  $r_1 = 0.7615$ , 体重与背甲宽的相关系数  $r_2 = 0.6311$ ,  $r_1, r_2 > r_{0.01}$ ,  $P < 0.001$ , 说明稚龟体重与背甲的长宽有着非常密切的关系。体重与背甲长的回归方程为:  $W_0 = 4.9367L_1 - 8.8767$  ( $r_1 = 0.7615$ ), 体重与背甲宽的回归方程为:  $W_0 = 3.7921L_2 - 1.2762$  ( $r_2 = 0.6311$ )。

据 Michael<sup>[6]</sup> 报道, 黄缘盒龟的初生稚龟体重 8—13g, 背甲长 3.1—4.4cm, 与黄喉拟水龟的试验数据相近。乌龟的初生稚龟体重 2.9—11.8g<sup>[7]</sup>, 个体明显小于黄喉拟水龟和盒龟。这说明卵大则孵出的稚龟大, 而卵小则稚龟也小。

## 2.4 稚龟培育及生长

随机选取 8 月 19—20 日孵出的一批共 26 只稚龟, 记录生长情况。生长的各种参数见表 5。稚龟长到 3 个月, 平均个体体重从 9.75g 增重到 23.14g, 个体净增重 13.39g, 日平均增重 0.149g。背壳平均净增长 1.61cm, 日平均增长 0.018cm。背壳平均净增宽 1.74cm, 日平均增宽 0.019cm。据王宾贤等<sup>[8]</sup> 报道, 人工饲养下的初生中华鳖 9—12 月的日平均增重量为 0.071—0.086g。与此相比, 黄喉拟水龟这段时期的生长相对要比中华鳖稍快。一般而言, 孵化出来个体大的, 生长较快; 个体小的, 生长则慢。越往后, 差距越大, 与刘国安的报道相同。这为龟类动物的选育种提供了有价值的参考资料, 即选种时应挑大卵, 孵大种, 育大苗。

稚龟的体重、背壳的长和宽与日龄的相关关系见表 6。稚龟体重、背甲长、宽与日龄呈直线正相关关系, 相关系数  $> r_{0.01}$ ,  $P < 0.001$ , 相关关系极显著。

表 5 黄喉拟水龟稚龟的生长参数

Tab. 5 Parameters of growth rate of juvenile *M. mutica*

	0 日龄			10 日龄			24 日龄			47 日龄			60 日龄			75 日龄			90 日龄		
	Hatching			10 days old			24 days old			47 days old			60 days old			75 days old			90 days old		
	Max	Min	$\bar{x}$	Max	Min	$\bar{x}$	Max	Min	$\bar{x}$	Max	Min	$\bar{x}$	Max	Min	$\bar{x}$	Max	Min	$\bar{x}$	Max	Min	$\bar{x}$
体重(g) Weight	13.0	6.4	9.75	13.5	7.1	10.3	15.6	8.2	12.7	19.0	11.1	15.3	21.0	11.7	17.4	26.8	12.7	20.6	30.8	12.7	23.1
背甲长(cm) Carapace Length	4.2	3.2	3.8	4.3	3.5	4.0	4.6	3.8	4.1	5.0	4.2	4.4	5.4	4.3	4.9	5.7	4.5	5.1	6.0	4.6	5.4
背甲宽(cm) Carapace width	3.3	2.2	2.9	3.7	3.0	3.4	4.0	3.2	3.8	4.5	3.6	4.1	4.6	3.6	4.2	4.9	3.6	4.4	5.1	3.7	4.7

表 6 稚龟体重、背甲长宽与日龄的相关关系

Tab. 6 The relationship between age and weight, carapace length and width of juvenile *M. mutica*

类别 Parameters	生长方程 Growth equation	自由度 D. F	相关系数 r	相关程度 Correlation
				P < 0.001
体重 Weight	$W_t = 0.1569t + 8.984$	7	0.9941	
背甲长 $L_1$ Carapace length	$L_{1t} = 0.0182t + 3.734$	7	0.9896	P < 0.001
背甲宽 $L_2$ Carapace width	$L_{2t} = 0.0176t + 3.161$	7	0.9685	P < 0.001

在稚龟生长过程中, 背甲长、宽与体重也具有一定的相关关系, 背甲长与体重的线性回归方程为:  $W_t = 8.1567L_1 - 21.361$  ( $r_1 = 0.9872$ ); 背甲宽与体重的线性回归方程为:  $W_t = 7.8831L_2 - 15.403$  ( $r_2 = 0.9438$ ), 体重与背甲的长宽呈正相关, 即体重随背甲长宽的增长而增重。

## 参考文献:

- [1] 温桂敖. 龟鳖快速养殖技术[M]. 北京: 科学普及出版社. 1994
- [2] 阳建春, 周永富. 金钱龟、乌龟人工养殖技术[M]. 广州: 广东科技出版社. 1997
- [3] 周婷. 龟鳖的欣赏与家庭饲养[M]. 南京: 江苏科学技术出版社. 1996
- [4] 吴建中. 乌龟的生殖习性[J]. 动物学杂志. 1981, (17): 38
- [5] 刘国安, 刘运清, 胡迪光, 等. 乌龟(*Chinemys reevesii*)胚胎发育的初步观察[J]. 动物学研究. 1984, 5(1): 51—56
- [6] Michael J. Connor and Vickie wheeler. The Chinese box turtle *Cistodeemmys flavomarginata* Gray 1863 [J]. Tortuga Gazette. 1998, 34(10): 1—7
- [7] 刘国安, 刘运清, 胡迪光, 等. 乌龟性腺发育的研究[J]. 水产学报. 1988, 12(1): 13—19
- [8] 王宾贤, 雷逢玉, 李生武, 等. 人工饲养条件下甲鱼的生长[J]. 水产学报. 1991, 15(4): 283—290

## REPRODUCTION OF YELLOW POND TURTLE, *MAUREMYS MUTICA*

ZHU Xir ping, CHEN Yong le, WEI Cheng qin, LIU Yihui,  
LU Xiao Dan and ZHENG Guang ming

(Key Laboratory of Tropical & Subtropical Fish Breeding & Cultivation, Ministry of Agriculture  
Pearl River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510380)

**Abstract:** This paper deals with the reproduction of *Mauremys mutica* in April—November, 1998. In Guangdong, the egg laying reaches the peak in May and June. The clutch size ranges from 1—7 eggs, with average being 2.5 eggs, the average egg weight 13.95g, egg length 4.34cm, egg width 2.23cm. The relationship between egg weight and egg length can be expressed as  $W_{\text{egg}} = 2.8863L_{\text{egg}} + 1.4208$  ( $r = 0.6255$ ).

At the temperature varying from 25 to 32°C, the egg takes 73.8 days to hatch in average, when water content of sand is 5—10%. The hatching rate is 84.2%. The juvenile weight is 9.75 g, carapace length 3.77cm, carapace width 2.91cm in average. The relationship among hatchling weight and carapace length and width is:  $W_0 = 4.9367L_1 - 8.8767$  ( $r_1 = 0.7615$ ),  $W_0 = 3.7921L_2 - 1.2762$  ( $r_2 = 0.6311$ ). When the juveniles grew from August to November, their weight increased 0.149g per day. The relationship between age and weight, carapace length and width of juvenile *Mauremys mutica* is:  $W_t = 0.1569t + 8.9836$  ( $r = 0.9941$ ),  $L_{1t} = 0.0182t + 3.7343$  ( $r_1 = 0.9896$ ),  $L_{2t} = 0.0176t + 3.1611$  ( $r_2 = 0.9685$ ). The relationship among juvenile weight and carapace length and width is:  $W_t = 8.1567L_1 - 21.361$  ( $r_1 = 0.9872$ ),  $W_t = 7.8831L_2 - 15.403$  ( $r_2 = 0.9438$ ).

**Key words:** *Mauremys mutica*; Biology of reproduction