

黄喉拟水龟产卵行为的观察

赵伟华^{①②} 魏成清^① 郭捡红^{①②} 朱新平^{①*} 陈永乐^①

(①中国水产科学研究院珠江水产研究所 广州 510380; ②上海海洋大学生命科学与技术学院 上海 200090)

摘要: 在人工环境条件下对黄喉拟水龟 (*Mauremys mutica*) 的产卵行为进行了观察, 统计了6年的气温与产卵情况, 发现每年2~4月平均气温之和与4月份的产卵量正相关 ($P < 0.05$), 2~4月的气温决定了每年初始产卵的提前或推后。观察了黄喉拟水龟的产卵行为, 发现其产卵巢址通常选择在高出产卵场平面 (36.378 ± 7.140) cm ($n = 30$) 的地方。根据黄喉拟水龟产卵过程的固有行为特征, 将其整个产卵过程分为六期: 第I期选巢、第II期挖掩体、第III期掘巢穴、第IV期产卵、第V期盖巢穴和第VI期回水体。对产卵过程各期时间与窝卵数线性回归分析表明: 第I期、第II期、第III期、第V期、第VI期及整个产卵过程所需时间均与窝卵数无关; 而第IV期产卵时间与窝卵数呈显著正相关。揭示了窝卵数越少, 母龟在产卵场消耗的能量对应于投入到每一枚卵的能量就越多; 而窝卵数越多, 则恰好相反。

关键词: 黄喉拟水龟; 产卵行为; 窝卵数

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2008)04-92-05

Observation on the Egg-laying Behavior of *Mauremys mutica*

ZHAO Wei Hua^{①②} WEI Cheng-Qing^① GUO Jiar Hong^{①②} ZHU Xir Ping^{①*} CHEN Yong Le^①

(① Pearl River Fisheries Research Institute, Chinese Academy Fishery of Sciences, Guangzhou 510380;

② College of Life Science and Technology, Shanghai Ocean University, Shanghai 200090, China)

Abstract: Asian Yellow Pond Turtle (*Mauremys mutica*) is native in tropical East Asia, and is a member of the family Bataguridae. Asian Yellow Pond Turtle had been one of the most popular aquaculture species in Asian owing to the high values for view and Traditional Chinese Medicine. The egg-laying behavior of yellow pond turtle has been observed in the condition of artificial environment in this paper. It indicated that the sum of average temperature of per month from February to April was positive correlative with the quantity of eggs laying in April ($P < 0.05$) by analyzing the data of temperature and egg laying of turtle in statistics from 2001 to 2006. The time egg laying begins of the turtle population was controlled in those years by the sum of average temperature of per month from February to April. It was detected that the turtle liked to lay eggs in a high mound, 36.378 ± 7.140 cm ($n = 30$) above egg laying site plane. According to the inherent egg laying behavior of yellow pond turtle, the whole nesting process was divided into six stages: stage I meaning selecting nest, stage II meaning excavating body pit, stage III meaning excavating egg chamber, stage IV meaning laying egg, stage V meaning covering nest, and stage VI meaning re entry water. Time taken by turtle for nesting in six stages was analyzed. The result showed that there was no significant relationship between the time taken in stages I, II, III, V, VI and the clutch. But the relationship between stage IV and clutch size was significant.

Key words: *Mauremys mutica*; Egg laying behavior; Clutch size

基金项目 国家重点基础研究发展计划项目(No. 2004CB117401), 广东省海洋与渔业局重点科技项目(No. 2001A09);

* 通讯作者, E-mail: zhuxinping_1964@yahoo.com.cn;

第一作者介绍 赵伟华, 男, 硕士研究生; 研究方向: 水产种质资源与遗传育种; E-mail: zwh56@163.com.

收稿日期: 2007-12-10, 修回日期: 2008-04-20

黄喉拟水龟 (*Mauremys mutica*) 隶属于龟鳖目 (Testudinate) 龟科 (Bataguridae) 拟水龟属, 广泛分布于东亚的温带和热带地区。由于黄喉拟水龟的观赏及药用价值, 目前已成为亚洲龟类市场中常见的龟种之一^[1, 2]。有关黄喉拟水龟的繁殖生物学已有报道^[3], 但其繁殖行为学的观察与研究较少, 至目前为止, 尚未有专门的研究。繁殖活动是动物生活周期中一个重要过程, 而且需要花费一定的时间并消耗大量的能量^[4, 5], 对黄喉拟水龟繁殖行为的研究将会帮助我们更好地了解和认识该物种的生活史, 有利于对该物种的保护与开发管理。本文对黄喉拟水龟的产卵行为进行了研究, 揭示了产卵过程中的一些行为特征, 特别是对产卵时间与窝卵数的关系进行了分析。

1 材料与方法

1.1 实验材料 实验在位于广州市的珠江水产研究所龟类繁育场 (113°18' E, 23°10' N) 进行, 此地属亚热带典型的季风海洋气候。黄喉拟水龟源自广西, 为 1998 年 4 月购自广西钦州的性成熟野生龟, 共 800 多只, 已有 9 年繁殖史。

试验龟驯养于人工池中。龟池为 6 m × 6 m 的方形水泥池, 分相连的三部分。下部为 3 m × 6 m 水深 30 cm 的长方形水池; 中部为 1 m × 6 m 的长方形喂饵及活动场; 上部为 2 m × 6 m 铺有平面沙地和沙丘的长方形产卵场。这种规格龟池共 12 个。黄喉拟水龟以雌雄比例 2:1 搭配饲养, 具体饲养管理参照朱新平等^[3]的方法。

1.2 实验方法 在人工环境下, 根据黄喉拟水龟从水中上岸、产卵、回到水体的整个产卵过程的行为特征, 将其整个产卵过程分为 6 个时期, 分别为: 第 I 期选巢 (selecting nest)、第 II 期挖掩体 (excavating body pit)、第 III 期掘巢穴 (excavating egg chamber)、第 IV 期产卵 (laying egg)、第 V 期盖巢穴 (covering nest) 和第 VI 期回水体 (re entry water)。

利用高清晰数码摄影仪 (型号: SONY DSC-T100) 和红外摄影仪 (型号: SONY DCR-HC28E)

记录黄喉拟水龟产卵全过程, 随后用 Ulead vidio studio 9.0 软件分析行为录像, 测定产卵过程每一期所需时间。在母龟产卵结束后 1 h, 挖穴采卵, 记录窝卵数。

1.3 数据处理与分析 利用 SPSS 10.0 软件对本研究所得数据进行处理和线性回归分析。

2 结果

2.1 年产卵期与日产卵时间 2001~2006 年对 400 多只母龟产卵期的月产卵量统计显示, 黄喉拟水龟一般在每年 4 月下旬开始产卵, 8 月下旬产卵结束。其中 5 月和 6 月为产卵的高峰期, 7 月次之, 4 月和 8 月最少 (表 1)。从 2002~2006 年的中国统计年鉴及广东省气候中心提供的数据中, 统计出 2001~2006 年广州市的月平均气温 (表 2)。从表 1、表 2 的结果可以看出, 黄喉拟水龟每年初次产卵的时间与当年的气温密切相关。如在 2002 和 2003 年, 2、3 和 4 月份的气温较高, 黄喉拟水龟在 4 月份的产卵量相对较多; 在 2005 年, 2、3 和 4 月份的气温较低, 黄喉拟水龟在 5 月份才开始产卵。经相关性分析, 每年 2~4 月平均温度之和与 4 月份的产卵量正相关, 回归方程为 $Q(\%) = 1.2801T - 70.365$ ($r^2 = 0.7314$, $P < 0.05$)。Q 表示 4 月份产卵量, T 表示 2~4 月的月平均温度之和。

表 1 2001~2006 年黄喉拟水龟月产卵量分布
Table 1 The egg laying proportion per month of *Mauremys mutica* from 2001 to 2006

年份 Year	n	月产卵量百分数 (%) Egg laying proportion per month				
		4	5	6	7	8
2001	416	1.06	36.74	40.47	19.32	2.41
2002	407	9.88	35.07	33.69	19.63	1.73
2003	397	10.15	36.91	33.61	17.17	2.16
2004	397	2.32	36.21	42.97	17.53	0.97
2005	389	0.00	30.56	37.04	27.92	4.48
2006	383	1.93	34.41	47.67	13.81	2.18

每日产卵的时间与当天的天气状况密切相关, 阴雨天气时, 15:30 时左右就可见母龟产

表 2 2001~2006 年广州市月平均气温

Table 2 The average month temperature in Guangzhou from 2001 to 2006

年份 Year	月平均温度 Temperature (°C)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2001	15.4	15.1	19.4	21.7	26.5	27.2	28.2	29.1	27.8	25.4	19.7	14.9
2002	14.6	17.4	20.6	24.4	27.0	28.8	28.3	28.4	26.3	23.8	19.3	15.7
2003	13.8	17.8	18.5	23.9	27.3	27.5	30.3	29.2	27.4	24.2	20.3	14.6
2004	13.4	16.4	18.1	23.7	25.9	28.9	28.7	29.4	27.8	23.9	21.2	16.5
2005	13.1	14.2	17.7	21.8	25.4	27.2	28.5	28.3	26.8	23.5	18.9	14.6
2006	15.8	17.3	17.9	23.7	25.3	27.9	29.8	29.4	27.0	26.4	21.9	16.0

2001~2005 年的数据来自中国统计年鉴 2002~2006; 2006 年的数据由广东省气候中心提供。

The data of 2001-2005 from Annual Statistics of China, the data of 2006 from Tropic Center of Guangdong Province

卵; 晴朗天气时, 母龟一般在 17:30 时左右开始产卵。日产卵高峰期通常集中在 18:00~21:30 时, 凌晨 1:00 时左右产卵基本结束。

2.2 产卵各期行为及时间 第 I 期为选巢期。傍晚时分, 母龟伸长脖子, 头部露出水面, 凝视产卵场, 待感安全后才纷纷游上岸。休息片刻后, 爬上产卵场最高处, 不停地巡视周围环境, 过一会再从最高处爬下, 沿产卵场周边缓慢爬行, 转而又爬上一定高度。产卵巢址通常选择在高出产卵场平面(36.378 ± 7.140) cm (n = 30) 的地方。

第 II 期为挖掩体期。巢址选择完后, 母龟后肢交替往外推沙, 前肢呈立定状并不断往后退, 直到挖出适合自身的掩体, 前肢才固定不动。

第 III 期为掘巢穴期。整个过程母龟前肢立定不动, 后肢轮流往外扒沙。随着巢穴加深, 母龟躯体后半部渐渐下倾。后肢深入巢穴, 一后肢先掘一阵再掏出沙, 然后再换另一后肢。两后肢如此连续轮流工作, 直到巢穴完工为止。

第 IV 期为产卵期。母龟产卵时, 头昂立, 前肢撑立, 躯体后半部微下倾, 后肢趴在穴口, 尾和泄殖腔正对巢穴中心。产下一枚卵, 颈部抽搐两下, 躯体往后仰一仰, 接着后肢交替伸入穴中将卵摆在巢穴内壁, 然后以同样的行为方式再产第二枚, 直到卵产完为止。

第 V 期为盖巢穴期。母龟产完卵后, 后肢轮流或同时从产卵穴两旁和后面用沙填埋产卵巢穴, 最后用腹甲来回压实巢穴。

第 VI 期为回水体期。盖穴结束后, 母龟便踉踉跄跄地朝水面方向爬去, 并不时弹去粘在

后肢上的沙子, 无护卵行为。

在第 I 期、第 II 期和第 III 期的前期, 产卵龟如果遇到惊吓则会离开产卵场回到水中; 而在第 II 期的后期、第 IV 期、第 V 期和第 VI 期, 产卵龟如果遇到惊吓也不会离开, 直到产完卵盖好巢穴后, 才会慢慢爬回水中。共拍摄到 39 只黄喉拟水龟的产卵行为, 其中 9 只产卵龟受到不同程度的惊吓, 半途离开产卵场, 随后的统计分析中未包含这些个体。表 3 显示 30 只黄喉拟水龟产卵过程各期所需的时间。从表中可以看出第 II 期(即掘巢穴期)和第 V 期(即盖巢穴期)所需时间最多, 分别为(48.24 ± 6.61) min 和(35.94 ± 4.39) min。经统计黄喉拟水龟从上岸、产卵、再回到水中的整个产卵过程的平均时间为(116.44 ± 8.53) min。

表 3 黄喉拟水龟产卵过程各期所需的时间(n = 30)

Table 3 Time spent on six stages by *Mauremys mutica* in nesting

分期 Stage	各期平均时间 Mean time (min)	标准偏差 SD	各期所占时间比例 Time percent (%)
选巢期(I) Selecting nest	13.64	3.98	11.72
挖掩体期(II) Excavating body pit	7.37	1.59	6.33
掘巢穴期(III) Excavating egg chamber	48.24	6.61	41.43
产卵期(IV) Laying egg	9.03	3.92	7.75
盖巢穴期(V) Covering nest	35.94	4.39	30.87
回水体期(VI) Re entry water	2.22	0.45	1.91

2.3 产卵过程各期时间与窝卵数的关系 本实验统计了观察到产卵全过程的 30 只母龟产的 30 窝卵, 窝卵数范围在 1~6 枚间。窝卵数为 3 枚和 2 枚的窝数最多, 分别占 30.0%、26.7%; 窝卵数为 4 枚、5 枚、1 枚的窝数次之, 为 16.7%、13.3% 和 10.0%; 窝卵数为 6 枚的窝数最少, 占 3.3%。

产卵过程各期所耗时间与窝卵数的线性回归分析表明: 第 I 期 ($r = 0.357, F_{1,28} = 4.091$)、第 II 期 ($r = 0.074, F_{1,28} = 0.155$)、第 III 期 ($r = 0.087, F_{1,28} = 0.213$)、第 V 期 ($r = 0.161, F_{1,28} = 0.750$)、第 VI 期 ($r = 0.024, F_{1,28} = 0.016$) 和整个产卵过程 ($r = 0.100, F_{1,28} = 0.281$) 所需时间均与窝卵数无关 (所有 $P > 0.053$)。第 IV 期 ($r = 0.941, F_{1,28} = 216.383$) 产卵时间与窝卵数呈显著正相关 ($P < 0.001$), 其线性回归方程为: $T = 2.802N + 0.4266$ (图 1), T 表示第 IV 期产卵所花的时间, N 代表窝卵数。

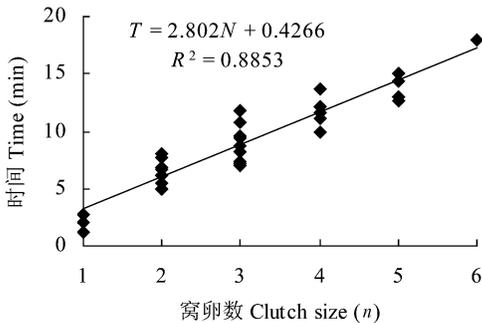


图 1 黄喉拟水龟产卵(第 IV 期)时间与窝卵数

Fig. 1 The relationship between time spent in laying a clutch (stage IV) and clutch size for *Mauremys mutica*

3 讨论

黄喉拟水龟属变温动物, 其代谢率随环境温度的变化而变化, 卵的发育和成熟过程是其复杂的生理过程, 需要有一定的代谢水平才能保证完成这一复杂的生理过程。当气温较高且多晴天时, 黄喉拟水龟接受光照的时间长, 在这些外界条件的作用下, 通过神经内分泌系统的调节, 可以加快卵原细胞的成熟^[6], 因此每年

初始产卵时间不尽相同。由于 2~4 月平均温度之和与 4 月份的产卵量呈正相关关系 ($P < 0.05$), 通过观测 2~4 月的平均温度, 就可以推测黄喉拟水龟当年的初始产卵时间。温度也是影响黄喉拟水龟昼夜周期性活动的主要因子之一, 产卵期的天气状况直接影响日产卵时间。阴雨天气时, 产卵时间相对较早; 晴朗天气时, 则恰好相反, 这与夏同胜等^[7]对扬子鳄 (*Alligator sinensis*) 的报道相似。

Hays 等^[8]的研究结果显示, 母龟在产卵场消耗的能量是繁殖投入的重要组成部分。黄喉拟水龟在产卵过程中选巢、挖掩体、掘巢穴、盖巢穴、回水体以及整个产卵过程所需时间均与窝卵数无关, 而产卵所需时间与窝卵数显著正相关, 因此窝卵数越少, 母龟在产卵场消耗的能量对应于投入到每一枚卵的能量就越多; 而窝卵数越多, 则恰好相反。如黄喉拟水龟产卵每窝至少 1 枚、多至 7 枚^[3], 由于整个产卵过程所需时间与窝卵数无关, 根据本实验结果假设整个产卵过程所需时间都为 (116.44 ± 8.53) min, 那么每窝产 7 枚卵的母龟比每窝产 1 枚卵的母龟在产卵场消耗的能量对应于投入到每一枚卵的能量将减少 1/7。对于特定一个繁殖个体来说, 其繁殖投入是有限的, 为达到最大的繁殖成效, 以确保种族的延续, 有学者认为自然选择往往趋向于母龟每窝产相对较多的卵^[8]。本实验中, 窝卵数为 4 枚以上的占 33.3%, 窝卵数为 3 枚、2 枚和 1 枚的分别占 30.0%、26.7% 和 10.0%。窝卵数的多少与母龟腹腔大小有关^[8, 9], 对于黄喉拟水龟, 3、4 枚以上应该是相对较多的窝卵数, 这在一定程度上佐证了上述观点。

参 考 文 献

- [1] Lau M, Shi H. Conservation and trade of terrestrial and freshwater turtles and tortoises in the People's Republic of China. *Chelonian Research Monographs*, 2000, 2: 30~38.
- [2] Shi H, Patham J F. Preliminary observations of a large turtle farm in Hainan Province, People's Republic of China. *Turtle and Tortoise Newsletter*, 2001, 3: 2~4.
- [3] 朱新平, 陈永乐, 魏成清等. 黄喉拟水龟的繁殖生物学

- 研究. 水生生物学报, 2001, 25(5):449- 454.
- [4] Loudon A S I, Racey P A. Reproductive energetics in mammals. *The Journal of Animal Ecology*, 1989, 58(1): 344.
- [5] Gittleman J L, Thompson S D. Energy allocation in mammalian reproduction. *American Zoologist*, 1988, 28(3): 863~ 877.
- [6] 贝利(范志勇等译). 野生动物管理学原理. 北京: 中国林业出版社, 1991, 170~ 172.
- [7] 夏同胜, 蒋宣清. 环境因素对圈养的扬子鳄营巢和产卵的影响. *四川动物*, 2005, 24(3): 373~ 377.
- [8] Hays G C, Speakman J R. Reproductive investment and optimum clutch size of Loggerhead Sea Turtles (*Caretta caretta*). *Journal of Animal Ecology*, 1991, 60(2): 455~ 462.
- [9] Hays G C. The implications of adult morphology for clutch size in the flatback turtle (*Natator depressa*). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2001, 81: 1 063 ~ 1 064.

湖北省爬行类新纪录——峨眉地蜥

笔者等于 2004 年 4 月 21 日在五峰后河国家级自然保护区境内(Lat. 1 000 m, 30° 2′ 45″ N, 110° 29′ 25″ E)进行动物考察时, 采到一批爬行类标本, 经分类鉴定, 其中峨眉地蜥(*Platyplacopus intermalius*)(图 1)为湖北省新纪录种。峨眉地蜥在分类上隶属爬行纲有鳞目蜥蜴科地蜥属, 标本现存放在华中师范大学生命科学学院动物学研究室。



图 1 峨眉地蜥

a. 背面观; b. 腹面观。

主要鉴别特征: 体全长(57+ 173)mm, 头长大于头宽, 尾长为头体长的 3 倍。上唇鳞 6 枚, 下唇鳞 6 枚。颊鳞 1 枚, 颌片 4 对, 颌围明显。体背面有 6 纵行大鳞起棱, 体侧为具棱的粒鳞; 体腹面有 6 纵行大鳞, 覆瓦状排列, 近方行, 中间 4 行光滑, 最外侧一行起棱, 鳞片游离缘中央尖出。指趾细长, 末节略呈弓角, 其末端尤为侧扁, 第四趾趾下瓣 27 行, 鼠蹊窝每侧 2 对。头体背面暗褐色, 腹面灰白色; 四肢背面棕褐色, 腹面浅褐色。

国内现已知其分布于四川、云南、贵州, 在湖北省发现峨眉地蜥, 使分布区域扩大到四个省, 具有研究意义。

李 强^① 戴宗兴^① 查玉平^① 郑志章^② 龚仁琥^② 刘绪生^①

(^①华中师范大学生命科学学院 武汉 430079; ^②后河国家级自然保护区管理局 五峰 443000)