

DOI:10.3969/j.issn.1000-7083.2011.04.018

人工养殖条件下东方蝾螈的繁殖生物学

黄斌

(信阳师范学院生命科学学院, 河南信阳 464000)

摘要:通过室内饲养观察,重点研究了东方蝾螈的产卵行为、受精卵孵化、仔螈的变态发育等繁殖生物学。东方蝾螈雌螈产卵前有明显的筑巢行为,分批产卵,产卵时间不集中,产卵期持续 46~98 d,平均产卵期为 78 d \pm 14 d,产卵高峰期在 5 月上中旬,平均产卵量为 101 \pm 56 枚;温度对受精卵孵化影响十分显著,3 月份产的卵平均 54.1 d 孵出仔螈,6 月份产的卵平均 11 d 孵出仔螈,在 15~26 $^{\circ}$ C 的自然水温条件下,受精卵一般需要 11~30 d 孵出仔螈;仔螈的变态发育与温度、饲料等因素密切相关,在 24~25 $^{\circ}$ C 的控温养殖条件下,仔螈 40 d 后外鳃开始萎缩,68~79 d 完成变态发育,但在自然水温下,只有 78% 的仔螈当年能完成变态发育。

关键词:东方蝾螈;产卵;孵化;变态发育

中图分类号:Q959.5 文献标识码:A 文章编号:1000-7083(2011)04-0581-05

Study on the Breeding Biology of Artificial Feeding *Cynops orientalis*

HUANG Bin

(College of Life Sciences, Xinyang Normal University, Xinyang, Henan Province 464000, China)

Abstract:In this paper, the spawning behavior, the fertilized eggs hatching, metamorphosis development and so on of *Cynops orientalis* were mainly studied. The results show that: the female *C. orientalis* have distinct nest-building behavior before spawning. The spawning period is 46~98 d, the average spawning period is 78 \pm 14 days, the spawning emergence with a peak in early May and middle May. The average number of spawning is 101 \pm 56. The temperature has significant effects on the hatch of fertilized eggs. The time needed to incubate is 54.1 days for the eggs of March spawning, and 11 days for the eggs of June spawning. The hatching period is generally 11~30 days when the natural water temperature change from 15 $^{\circ}$ C to 26 $^{\circ}$ C; The metamorphosis development were closely related to various factors such as temperature and feed, under 24~25 $^{\circ}$ C water temperature, the external gill of larvae *C. orientalis* start to atrophy after hatching 40 days, it took 68~79 days for larvae can be finished the metamorphosis development. But under natural water temperature, about 78% larvae of *C. orientalis* can be finished development by metamorphosis in the same year.

Key words:*Cynops orientalis*; spawn; hatch; development by metamorphosis

东方蝾螈 *Cynops orientalis* 隶属有尾目蝾螈科,国内主要分布于河南、安徽、湖南、湖北、江苏、浙江、江西、福建等地,是以水栖生活为主的两栖动物。东方蝾螈是研究有尾两栖动物胚胎发育、变态过程、行为机制及系统演化的理想实验材料,并具有较高的观赏价值,是目前颇受欢迎的观赏动物。近年来,由于大量的捕抓及栖息地的破坏,野生资源日益枯竭。开展东方蝾螈的繁殖生物学研究,可以探明其繁殖习性、胚胎发育条件、仔螈变态发育规律,为开展人工驯养与繁殖、经济利用、野生种群保护提供理论基础。有关东方蝾螈的研究国内外也有一些报道,如耿家举等(1960)、曲韵芳等(1966)、蔡堡(1978)、张

学军等(1999)对东方蝾螈的胚胎学进行了研究,宁方勇等(2003)对东方蝾螈的形态学参数做过研究,李顺才等(2005)对东方蝾螈外形与内部结构进行了观察报道,曲韵芳等(1964)、杨道德和沈猷慧(1993)分别就东方蝾螈的排精和纳精、繁殖生态做过研究。本文通过东方蝾螈的人工饲养与繁殖试验,主要报道东方蝾螈的产卵行为,以及温度、水生植物、饲料等环境因子与生物因子对东方蝾螈产卵、受精卵孵化、仔螈变态发育等方面的影响。

1 材料与方法

1.1 材料来源

收稿日期:2010-10-06

接受日期:2010-12-29

作者简介:黄斌(1965~),硕士,副教授,主要从事野生动物资源保护与利用研究,E-mail:binhua156@sohu.com

东方蝾螈为 2008 年 5 月采集于湖北省大贵寺自然保护区内的稻田、山边与林缘等处清洁的沟渠中,共采集样本 34 尾,样本体长为 6.5 ~ 8.2 cm。

1.2 实验方法

1.2.1 雌、雄区别 除根据杨道德和沈猷慧(1993)报道的通过雌雄蝾螈泄殖腔区的性征进行识别外,繁殖期间,雌蝾因怀卵而腹部明显肥大且行动缓慢,雄蝾腹部无膨大现象,但轻压腹部可见少量乳白色精液溢出。另外,雄蝾个体相对较小,雌蝾个体相对较大。

1.2.2 饲养管理 将采集到的蝾螈按 1:1 的雌雄比例饲养在 60 cm × 50 cm × 50 cm 的 4 组玻璃缸中,每缸放养 8 尾,缸内放置少量光滑的鹅卵石,并种植空心莲子草模拟野生生境,以利于蝾螈栖息和蜕皮,玻璃缸置于室内窗台旁。缸内保持水深 20 ~ 30 cm,每 1 ~ 2 d 投喂一次动物性饲料,定时换水、清理残饵、粪便,始终保持水质清洁。

1.2.3 繁殖行为的观察 在 3 月上旬产卵前,随机从 4 组玻璃缸中分出 8 尾雌蝾,编号后分别单养在 8 个圆型透明的金鱼缸(2 L)中,并向 4 组玻璃缸中添加少量菱角秧、金鱼藻、慈姑、稗草等水生植物,观察、记录东方蝾螈对产卵巢的选择情况以及产卵时间与产卵量。

1.2.4 受精卵孵化与仔蝾变态发育 受精卵产出后及时与亲本分开,将不同批次的受精卵分别单放于不同的玻璃缸中进行自然孵化。待仔蝾孵出后随机取 20 尾置盛水塑料盆中,放入 24 ~ 25℃ 的光照培

养箱中饲养,观察变态发育。

2 实验结果

2.1 交配行为

东方蝾螈的交配行为主要表现为:雌雄识别、求偶、排精与纳精等一系列活动,关于这些活动,曲韵芳等(1964)、杨道德和沈猷慧(1993)已分别报道,本文仅作一些补充。试验发现养殖方式对东方蝾螈的求偶活动有一定影响,如果雌、雄蝾螈平时混养在一起,则繁殖期求偶现象不十分明显;如果雌、雄平时分开饲养,繁殖前配对,则求偶现象很明显,可出现两尾或多尾雄蝾追逐一尾雌蝾的现象。雌蝾一旦纳入一个精包中的精子后,在产卵结束前这段时间不再纳精。雌蝾纳精后,活动量显著增加,常在水中及上下水层来回游动,有时还会沿饲养缸内壁爬出水面。

2.2 产卵

2.2.1 产卵时间 雌蝾自纳精完毕到第 1 枚卵产出所需要时间与水温密切相关,温度在 15℃ 以下时需要 7 d 以上,温度在 18 ~ 26℃ 时一般只需 1 ~ 3 d。在河南信阳,东方蝾螈在室内人工饲养条件下的产卵时间比野生状态提前 10 ~ 15 d。一般 3 月中旬开始产卵,4 月产卵数量逐渐增加,5 月上中旬产卵达到高峰期,5 月下旬产卵量逐渐下降,6 月上旬产卵结束。2010 年 16 尾雌蝾(含 8 尾单养产卵的雌蝾)在整个繁殖期共产卵 2304 枚,产卵水温为 15 ~ 26℃,产卵数目与季节、温度的关系见表 1。

表 1 2010 年东方蝾螈产卵数目与温度的关系
Table 1 The relationship between the number spawning of *Cynops orientalis* and the temperature in 2010

时间 Time	3 月中旬 Middle March	3 月下旬 Late March	4 月上旬 Early April	4 月中旬 Middle April	4 月下旬 Late April	5 月上旬 Early May	5 月中旬 Middle May	5 月下旬 Late May	6 月上旬 Early June	合计 Total
平均温度 Average temperature	10.2	12.3	14.2	16.2	18.5	19.3	21.4	23.4	25.6	
产卵枚数 Number of eggs	28	104	256	330	412	478	446	182	57	2304
百分比 % Percentage %	1.2	4.5	11.1	14.3	17.9	20.7	19.3	7.9	2.5	100.0

2.2.2 雌蝾对产卵巢的选择 雌蝾产卵前要寻找产卵巢,一般只有找到合适的产卵巢后才开始筑巢产卵,产卵期间如果水中无合适的水草作产卵巢,雌蝾产卵期会向后延迟,或仅有少量卵产在玻璃缸内壁或缸底部鹅卵石上。试验为蝾螈提供了菱角秧、金鱼藻、慈姑、稗草、空心莲子草 5 种水生植物作产卵巢,当玻璃缸中同时放置这 5 种植物时,东方

蝾螈在空心莲子草的叶子上产卵数量最多,慈姑叶片上产卵最少。根据 5 种植物茎叶上产卵数量推断,东方蝾螈选择这 5 种水生植物作产卵巢的概率是:空心莲子草 > 稗草 > 金鱼藻 > 菱角秧 > 慈姑。

2.2.3 产卵行为 东方蝾螈的产卵行为主要表现为筑巢、产卵、离开,常将卵产在水下植物叶片的腹面或叶片间。当雌蝾寻找合适的植物叶片作产卵

巢时,先用后肢筑巢,然后产卵。筑巢方法是用两后肢将植物叶片慢慢合拢,使叶片弯曲如“U”形,并包住泄殖肛孔,约 2~5 min 后卵即产出,卵包在卷曲的叶片内,产卵结束后雌蝾螈随即离开,无护卵行为。卵单生,每个卷曲的叶片中只有一个卵,每次只产 1 枚卵,一般产 1~2 枚/尾·天,最多可产 3~4 枚/尾·天。产卵主要在傍晚和夜间,但也有少数个体在白天产卵。产出的卵包在白色透明的、胶质的椭圆形卵囊中,卵囊大小为(3.50~4.00) mm × (3.00~4.2) mm,卵的大小约为(1.80~2.00) mm × (1.90

~2.2) mm,胚胎发育完好的受精卵,在放大镜下可以明显地区分动物极与植物极,动物极呈黄褐色,约占整个卵体积的 40%~50%,植物极呈淡黄色或乳白色。

2.2.4 产卵期与产卵量 不同雌蝾螈的个体产卵量与持续时间相差较大(表 2)。从表 2 可以看出,雌蝾螈产卵期为 46~98 d,平均产卵期为 78 d ± 14 d。人工养殖条件下,雌蝾螈最大产卵量 196 枚/尾,最少产卵量 9 枚/尾,平均产卵量为 101 枚/尾 ± 56 枚/尾(9~196 枚)。

表 2 2009~2010 年部分雌蝾螈的产卵期与产卵量分布情况
Table 2 The distribution of egg number and egg-laying period of partial female *Cynops orientalis* in 2009~2010

编号 No.	2009 年产卵量 (n=8) Number of spawning eggs in 2009 (n=8)					产卵期/d Days of egg- spawning period/day	编号 No.	2010 年产卵量 (n=8) Number of spawning eggs in 2010 (n=8)					产卵期/d Days of egg- spawning period/day
	3 月 March	4 月 April	5 月 May	6 月 Jun	总量/枚 Total/fali			3 月 March	4 月 April	5 月 May	6 月 June	总量/枚 Total/fali	
1	2	18	16		34	56	1	5	36	41	4	86	71
2	12	49	63	6	130	95	2	7	39	42	4	93	73
3	7	47	52	4	112	89	3	6	50	55	5	116	82
4	5	41	46	5	97	71	4	7	51	57	5	120	90
5	6	46	48	6	106	81	5	5	41	45	4	95	75
6		3	6		9	46	6	9	79	88	9	184	95
7	7	52	58	4	121	88	7	5	36	40	3	84	68
8	10	85	94	7	196	98	8		17	19		36	59
平均					100.6	79						101.6	77

注:因容器限制,2009 年、2010 年的繁殖期,每次随即抽取 8 尾雌蝾螈分开饲养,观察不同个体的产卵情况

2.3 卵的孵化

2010 年,单养与混养雌蝾螈共产卵 2304 枚,受精卵的孵化情况见表 3。在水温 15~26℃ 的条件下,受精卵孵出仔蝾平均需要孵化时间 23 d ± 10 d (11~54.1 d),其中大部分受精卵(77.34%)需要 11~30 d。孵化时间的长短与水温密切相关。3 月上旬平均气温为 10.2℃ 时所产的受精卵,平均需要 54.1 d ± 3 d (48~67 d) 才能孵化出仔蝾,即 4 月下旬到 5 月上旬仔蝾出膜;4 月上旬平均气温 14.2℃ 时所产的受精卵,平均需要 33.9 d ± 5 d (29~44 d) 孵出,即在 5 月上旬、中旬孵出仔蝾;5 月上旬在平均气温 19.3℃ 时所产的受精卵,平均需要 23.69 d ± 4 d (19~36 d) 孵出仔蝾,即 5 月下旬至 6 月上旬仔蝾出膜;5 月下旬平均气温为 23.4℃ 时所产的受精卵,平均需要 15.5 d ± 2 d (12~18 d) 孵出仔蝾,即 6 月上旬仔蝾出膜;6 月上旬平均气温 25.6℃ 时所产的受精卵,平均需要 11 d ± 1 d (9~13 d) 孵化仔蝾,即 6 月中旬仔蝾出膜。产卵时间越早,因水温低,卵孵化时间越长;产卵时间越晚,水温越高,卵孵化时

间越短。早产的卵因为温度低而发育缓慢,迟产的卵因温度高而发育快。由于雌蝾 90% 以上的卵是在 4~5 月产出,故仔蝾孵出的时间集中在 5 月份,最早 4 月下旬有少量仔蝾孵出,最晚 6 月中旬受精卵孵化结束。

从表 3 还可看出:不同时间产的卵,孵化率有一定的差异,3 月份早期产的卵孵化率较低,一般只有 46%~60%,4 月份产的卵孵化率较高,一般为 70%~80%,5 月份、6 月份产的卵孵化率最高,一般可达到 80% 以上。主要原因是早期排出的受精卵孵化时间长,易被水霉等微生物感染,胚胎发育过程中死亡率较高。

2.4 仔蝾的变态发育

刚孵出的仔蝾后肠内仍有部分卵黄未被吸收,仔蝾身体半透明,无游泳能力,卧于水底,体长 9.1~11.9 mm (n=45),具 3 对羽状外鳃,一对具四指的前肢,一对不明显的后肢芽。仔蝾出膜 2~3 d 后卵黄吸收完毕,体长为 10.2~12.4 mm (n=45),并开始摄食,观察发现草履虫、小型水蚤、切碎的水丝

表 3 2010 年东方蝾螈受精卵的孵化情况
Table 3 The incubation condition of fertilized egg of *Cynops orientalis* in 2010

产卵时 Time of spawning	产卵量/枚 Number of spawning eggs	仔蝾螈孵化出膜时间及数量 Hatch time and number of larva <i>Cynops orientalis</i>						均孵化时间/d Average hatching time /day	总出膜数/尾 Total number of hatching	孵化率% The hatching rate
		1 ~ 10 d	11 ~ 20 d	21 ~ 30 d	31 ~ 40 d	41 ~ 50 d	51 ~ 60 d			
3 月中旬	28					2	9	54.1	13	46.41
3 月下旬	104				29	32		42.3	61	58.65
4 月上旬	256			86	102			33.9	188	73.4
4 月中旬	330			138	115			29.0	253	76.67
4 月下旬	412		5	232	84			25.7	321	77.91
5 月上旬	478		87	292				23.6	379	79.29
5 月中旬	446		254	117				20.2	371	83.18
5 月下旬	182		126	26				15.5	152	83.51
6 月上旬	57	31	16					11.0	47	82.45
合计		31	488	891	330	34	9		1783	

蚓等动物性饲料是仔蝾良好的开口饵料。

仔蝾变态发育的时间与饲养温度、食物种类、饲养方式等环境因素和生物因素密切相关。试验表明:在 24 ~ 25℃ 的控温养殖条件下,以水丝蚓为饲料进行饲养,仔蝾发育到 8 ~ 10 d 时后肢芽开始出现两趾,17 ~ 20 d 时后肢长成四趾,31 ~ 34 d 时后肢长成五趾,40 d 后外鳃开始萎缩,上下眼睑逐渐形成,68 ~ 79 d 外鳃消失,变态发育完成。而同一批孵出的仔蝾,在室内 15 ~ 26℃ 的自然温度下以同样的方法进行饲养,仔蝾变态发育的前期与控温养殖差别不大,基本处于同步,9 ~ 13 d 后肢芽开始出现两趾,18 ~ 22 d 后肢逐渐长出四趾,37 d 后后肢逐渐形成五趾。但外鳃萎缩时间明显滞后,完成变态发育的时间延长,据初步统计,67% 的仔蝾发育到 52 d 后外鳃开始萎缩,117 d 后外鳃消失,完成变态发育;当年能完成变态发育的幼蝾占出膜仔蝾总数的 78%,剩下 22% 的仔蝾外鳃当年不能全部退化,需到第二年才能完成变态发育。刚完成变态发育幼蝾的显著特征是外鳃留有残迹,鳃孔封闭而四周为浅红色,头部腹面的颈裙为红色,背腹部颜色相似。随着个体的生长,幼蝾腹部逐渐出现红色斑纹,背部颜色加深,体表变得粗糙,活动能力加强,常爬到露出水面的植物茎叶上。

3 讨论

在自然条件下,东方蝾螈产卵场内有供其产卵附着的水生植物作产卵巢,如金鱼藻、空心莲子草、水稻苗等,因此人工养殖时必须在玻璃缸中种植部分水生植物,以供其栖息和产卵。东方蝾螈对产卵巢的选择性较强,常以叶片较小且比较柔软的水生

植物作为产卵巢,所以空心莲子草、水稻苗是比较理想的产卵巢,慈姑等挺水植物因叶片较大、不易卷曲常不被雌蝾选用。产卵期间若无合适产卵巢,雌蝾常推迟产卵或不产卵,这与 *Triturus viridescens* (Hamburger, 1950) 的产卵习性很相似。与中国小鲵 *Hynobius chinensis* (孙普选等, 2005)、挂榜山小鲵 *H. guabangshanensis* (郭克疾等, 2008)、云斑小鲵 *H. nebulosus* (Park, 1996)、粗皮渍蝾 *Taricha granulose* (Propper, 1991) 等动物有护卵行为不同,东方蝾螈无护卵行为。亲体护卵可有效避免受精卵被其他动物或敌害生物吞食,从而有效保证后代有一定的种群数量;东方蝾螈虽然无护卵行为,但具有筑巢行为,将产出的卵包裹在叶片之中,既起到隐藏受精卵,降低敌害生物的蚕食机率,又能起到保护作用,减少外部因子对卵的机械损伤。因此护卵行为与筑巢行为均是两栖动物在长期的进化过程中形成的一种后代保护机制。

据报道,东方蝾螈在温度骤然下降及温度回升时产卵量增加(耿家举等, 1960),但我们观察,在水温快速上升时,确实可以刺激雌蝾产卵,但温度骤然下降时产卵量反而减少。饲养中发现,雌蝾单独饲养常不产卵,或产卵甚少;雌、雄蝾配对饲养,一般雌蝾都能够正常产卵。据费梁和叶昌媛(1998)报道,饲养条件下取出配对的雄性蓝尾蝾螈 *Cynops cyanurus*,产卵正常的雌性蓝尾蝾螈在第 8 d 后产出受精卵比例减少,非受精卵数增加,第 10 ~ 14 d 则停止产卵。雌性东方蝾螈一次纳精后,在整个繁殖期内产的卵均可孵出仔蝾,但雄蝾移开后,雌蝾的产卵量明显下降,说明雄蝾的日常追逐、身体接触等刺激活动有利于维持雌蝾的正常产卵繁殖。

与贵州疣螈 *Tylototriton kweichowensis* (王延斌等, 1995; 田应洲等, 1997) 和镇海棘螈 *Echinotriton chinhaiensis* (Sparreboom, 2001) 的连续性集中产卵不同, 东方蝾螈产卵期较长 ($78 \text{ d} \pm 14 \text{ d}$, $46 \sim 98 \text{ d}$), 比文县疣螈 *Tylototriton wenrianiensis* (龚大洁等, 2008) 的产卵期 ($26.8 \text{ d} \pm 1.3 \text{ d}$) 长, 比蓝尾蝾螈产卵期 ($123.5 \text{ d} \pm 25.5 \text{ d}$, $43 \sim 150 \text{ d}$) 短。这种分批产卵的方式虽然使得其产卵过程和卵的孵化容易受到温度、湿度、降水、天敌动物及人类活动等的影响, 但可避免连续集中产卵时因外界因素的干扰而导致整个后代全部死亡的威胁, 更有利于后代的繁衍与种群延续。

4 参考文献

- 蔡堡. 1978. 东方蝾螈胚胎发育图谱[M]. 北京: 科学出版社: 7~23.
- 费梁, 叶昌媛. 1998. 蓝尾蝾螈繁殖生态的研究[J]. 生态学报, 8(3): 234~241.
- 耿家举, 章菊明, 蔡堡. 1960. 东方蝾螈 *Cynops orientalis* (David) 早期胚胎发育的初步观察[J]. 动物学报, 12(2): 175~182.
- 龚大洁, 牟迈, 李晓鸿, 等. 2008. 文县疣螈繁殖初探[J]. 动物学杂志, 43(4): 48~55.
- 郭克疾, 米小其, 邓学建. 2008. 挂榜山小鲵的繁殖生态[J]. 生物学杂志, 27(1): 77~82.
- 李顺才, 刘晓丽, 郝晓. 2005. 东方蝾螈的形态观察和解剖学研究[J]. 中国兽医科技, 35(1): 60~63.
- 宁方勇, 白秀娟, 任海英. 2003. 东方蝾螈外部体形指数回归方程的建立[J]. 经济动物学报, 7(4): 52~53.
- 曲韻芳, 耿家举, 林秀玉, 等. 1966. 东方蝾螈正常胚胎发育与胚后发育分期的初步观察[J]. 动物学杂志, (4): 180~182.
- 曲韻芳, 张继秀, 郭汉身, 等. 1964. 东方蝾螈排精和纳精的初步观察[J]. 动物学杂志, (2): 77~78.
- 孙普选, 张贵祁, 张艾青. 2005. 湖南中国小鲵的生物学特性及其资源保护措施[J]. 中国水产, (10): 70~71.
- 田应洲, 孙爱群, 李松. 1997. 贵州疣螈繁殖习性的观察[J]. 动物学杂志, 32(1): 20~23.
- 王延斌, 陈永祥, 胡思玉. 1995. 贵州疣螈繁殖习性的观察[J]. 四川动物, 14(3): 126~128.
- 杨道德, 沈猷慧. 1993. 东方蝾螈繁殖生态的研究[J]. 动物学研究, 14(3): 215~220.
- 张学军, 俞花, 赵倩, 等. 1999. 东方蝾螈原肠形成期瓶状细胞结构及其对胚胎发育的影响[J]. 动物学报, 45(4): 448~455.
- Edward T. 1944. Guide to higher aquarium animal[M]. Cranbrook Institute of Science, USA.
- Hamburger V. 1950. Fundamentals of comparative embryology[M]. Univ Chigago Press Chigago Illinois.
- Park ST, Park DS, Yang SY. 1996. Courtship, fighting behaviors and sexual dimorphism of the salamander *Hynobius leechii* [J]. Korean J Zool, 39: 437~446.
- Propper CR. 1991. Courtship in the rough-skinned newt *Taricha granulose* [J]. Anim Behav, 41: 547~554.
- Sparreboom M, Xie F, Fei L. 2001. Reproductive behaviour of the Chinghai Salamander (*Echinotriton chinhaiensis*) (Caudata: Salamandridae) [J]. Amphibia-Reptilia, 22: 309~320.