

蓝尾蝶螈繁殖生态的研究

费 梁 叶昌媛

(中国科学院成都生物研究所)

摘 要

本文研究了我国云贵高原特有种蓝尾蝶螈 (*Cynops cyanurus chuxiongensis* Fei et Ye) 的繁殖地、体长组及性征、性比、求偶、配对 (排精和纳精)、产卵所需外界条件、产卵行为、产卵期和产卵数量、饥饿蝶螈的产卵情况、卵的受精率和发育、以及幼螈的生长。

有关蝶螈繁殖习性方面的资料, 在国外有一些报道, 如 Tsutsui (1931) 对红腹蝶螈 (*Diemyctylus pyrrhogastes*) 的繁殖习性进行过观察; Kawamura and Sawada (1959) 对红腹蝶螈和剑尾蝶螈 (*Triturus ensicauda*) 作过杂交研究; Марголис (1978) 记载过欧螈 (*Triturus vulgaris*) 的性行为。在我国, 曲韵芳等 (1964) 曾对东方蝶螈 (*Cynops orientalis*) 的排精和纳精作过观察; 耿家举等 (1960)、蔡堡 (1978)、王朝芳等 (1984) 分别对东方蝶螈和蓝尾蝶螈的胚胎发育作了观察。但是, 有关繁殖生态的情况了解甚少。本文通过野外调查和室内饲养观察对蓝尾蝶螈楚雄亚种 (*Cynops cyanurus chuxiongensis*) 的繁殖习性作了较全面的研究, 现将有关资料报告如下。

一、繁殖场所

蓝尾蝶螈楚雄亚种生活在云南楚雄等地, 海拔2100—2400米的针阔叶混交次生林带及农耕地附近。多栖于浸水沼泽地水沟、池塘、耕地边水沟与水稻田内。所在水域一般着生有水生草本植物, 水域附近石穴、土缝甚多, 杂草较为茂密, 地面潮湿, 多为乔木所遮盖。4—10月该螈多在水域内及其岸边活动, 白天隐蔽在水草繁茂的浅水区或岸边石下、土洞内; 夜间到水中觅食。繁殖行为在水中进行, 产卵在水草叶片间。11月下旬至翌年3月为冬眠期, 一般栖于距水域不远的土洞等潮湿环境里越冬。

二、体长组及性征

根据586只液浸标本的体全长统计, 雄性比雌性小 (如表1)。

经解剖观察, 雄螈在65毫米以下者, 一般未达性成熟, 但少数性成熟个体体全长只有62毫米 (睾丸 $7.4 \times 4.3 \times 4.2$ 毫米) 左右; 70—85毫米时均达性成熟, 约占雄螈的86.6%。雌螈在70毫米以下者, 一般未达性成熟; 70—75毫米时2/3的个体卵未发育, 1/3的个体卵巢内卵径1.5—1.8毫米, 动物极已显棕黑色; 75—80毫米时的34只雌螈中10只未达性成熟, 24

本文承胡淑琴教授审阅; 王朝芳、夏颐、刘志君等同志参加部份工作; 云南楚雄市科委陆春荣同志在野外工作中给予大力支持。谨此一并致谢。

本文於1986年10月3日收到。

表 1 *蓝尾蝶螈不同体全长组个体数量

Table 1.*The groups of different total length of *Cynops cyanurus chuxiongensis*

个体数 性别	体全长组 (mm)	37—65	66—70	71—75	76—80	81—85	86—90	91—95	96—100	101—105	106—110	111—115	合 计	总 数
新成螈		120											120	
雄性		1	12	50	64	67	12	2	1				209	586
雌性		4	6	12	34	35	37	54	38	25	8	4	257	

只卵径1.5—1.9毫米；80毫米以上者均已怀卵。可见，雌性体全长70—80毫米可达性成熟，但充分性成熟的雌螈多在80毫米以上。在雌性成体中以体全长81—100毫米，雄性中以75—85毫米的个体较多，分别占其总数的60%以上。

蓝尾蝶螈的性征在非繁殖期不易分辨，而在繁殖期内两性差异明显。雄性尾较短，高而薄，显蓝色，肛部呈隆肿状，泄殖腔内壁有乳突；而雌性尾较长，尾鳍褶较低，一般尾部不显蓝色。

三、性 比

我国蝶螈的性比资料尚未见有报道。现依据1980年8月2—4日在云南楚雄随机捕获的成体621只，其中雌性338只，雄性283只，其性比为1.19:1，雌性略多于雄性。此期是蝶螈的繁殖后期，多数个体仍在水内活动和产卵。在采集中还发现，该蝶螈体色有三种类型：灰蓝色者353只，其中雌性146只，雄性207只，其雌雄比例为0.71:1；黑褐色者147只，其中雌性81只，雄性66只，雌雄为1.23:1；黄褐色者121只，其中雌性111只，雄性10只，雌雄为11.1:1。可见，雌性体色以黄褐色或黑褐色为主，雄性以灰蓝色为多。

四、求 偶

观察蓝尾蝶螈性行为，必需避免外界干扰（包括蝶螈之间的干扰）。因此，将雌雄蝶螈配对饲养在长宽30厘米以上，水深10—15厘米的玻璃缸内，并放置在光线较暗而又安静的地方较宜。4月中旬，当水温上升到20℃左右时，雄螈常围绕雌螈游来游去，时而用吻端触及雌螈的头部，体侧以及肛部。最初，雌螈对雄螈无反应，甚至躲避或离去，但是雄螈继续尾随其后，此现象在每天凌晨前后尤为频繁，直到13时左右才逐渐减少，下午少见。雄螈对雌螈的尾追有时长达数小时仍无反映，雄螈方才停息。每年5—6月，是求偶现象最频繁的季节。一旦雌螈对雄螈亲近，则雄螈更加活跃，常用吻端触咬雌螈，并横置于雌螈的头侧或头前，尾部向雌螈头部方向卷曲，尾后段不断地轻轻扇动（见图1），每次扇动可持续2—5秒，两次相同约3秒，这种动作可重复13次之多，持续时间长达20分钟左右。雄螈尾部扇动，一旦雄螈性腺分泌物的刺激引起雌性的性冲动，雌螈则亲近雄螈，雄螈继续在雌螈的头前或头侧连续扇动尾部，直至雌螈用吻部轻轻触咬雄螈，即表示雌螈接受雄螈求偶。但是，雄螈这种求偶状态有时并不引起雌螈的性冲动，虽然雄螈重复活动，雌螈常无反应，甚至躲避，此时雄螈继续尾追或暂时休息。

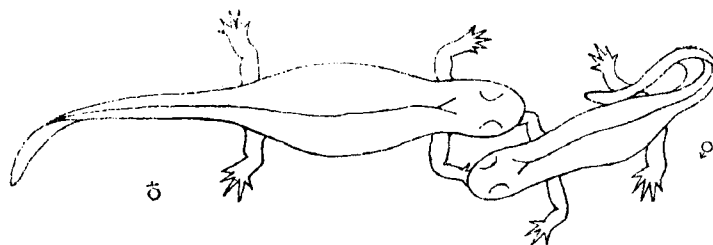


图 1 求偶 (雄性追求雌性)

Fig. 1 The both sexes in courtship: Male paying court to female

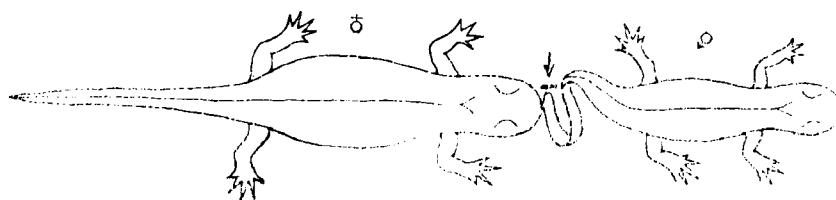


图 2 两性交配 (排精和纳精)

Fig. 2 Mating (sperm depositing and taking)

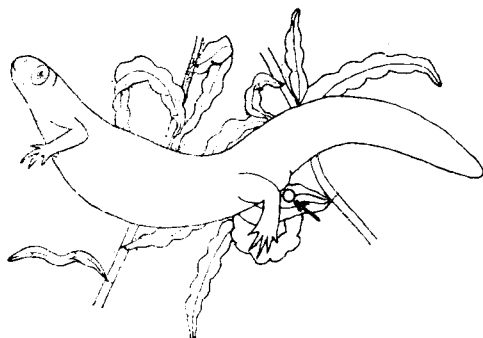


图 3 正在产卵的雌螈

Fig. 3 A female of egg-laying



图 4 卵粒被包裹在叶片内

Fig. 4 Eggs wrapped in the leaflets

五、配 对

配对即排精和纳精的过程。当雌螈接受雄螈求偶时,雌螈即触咬雄螈 5—10 次之后,雄螈即停止扇动尾部,然后转身向雌螈头前方向缓慢爬行。此时,雄螈身体中部向上拱,尾巴略微向上,并左右卷曲“蛇形”似的缓慢摆动,雌螈则尾随其后,肛部略向外突,并常常用吻端触咬雄性尾端(图 2),这样缓行 10—20 厘米,雄螈尾部上翘,肛部向外翻出,肛内绒毛状突起明显可见。这时,一条长形白色精子团从雄螈泄殖孔内产出,其长 3.5—6.5 毫米,直径 0.5—0.8 毫米。在顺利的情况下,当雌螈向前缓慢爬行,肛部经过精子团所在位置时,精子团即被粘附在雌螈的肛部,大约经过 25—40 分钟,精子团即被逐渐纳入泄殖腔内,完成纳精过程。如果雌螈的泄殖孔已纳入精子团,多数雌螈不再继续尾追雄螈,当雄螈回头望见

雌蜥未再尾随其后,雄蜥则离去或者又回到雌蜥身边重复求偶动作;如果雌蜥纳精未获成功,并继续尾随雄蜥之后,此时雄蜥继续向前爬行,并排出第二、第三个精子团。从而看出纳精过程往往不是一次就能完成的,有时要经过多次才能完成。我们曾观察到一只雌蜥七次尾随雄蜥之后,雄蜥五次排出精子团,雌蜥仅一次纳精成功,全过程约一小时。未被纳入的精子团,约经20—30分钟逐渐收缩成团。这些精子团常被雌蜥自己吞食。解剖镜下观察,精子团表面未见胶质膜包盖,而是若干精子的集合团。这一观察结果与Tsutsui(1931)记载“红腹蜥蜴精子团未被任何膜包盖”是相同的。而与Zeller(1905)、曲颢芳(1964)、蔡堡(1978)的记述“精子团外有透明包膜”的记述是不一致的。

据室内观察,求偶和配对行为在整个繁殖期内有三个高潮,即5月和6月为夏配,秋配在8月下旬至9月上旬。以上三个时期该蜥最为活跃。

六、产卵所需的外界条件

雌蜥在纳精后一般显得较为活跃,有时用后肢抱握水草,即是雌蜥产卵的预兆。

1. 水域条件 蓝尾蜥蜴产卵必需在水内进行,需要在水质较为清洁, pH6.5—7 左右,水深5—20厘米,水内需有水生草本植物。

2. 产卵与温度有关 据室内观察雌蜥产卵的最适水温为21—25℃; 20℃以下和25℃以上无论是产卵个体数或每一个体的产卵数量均大大减少; 15℃以下, 29以上无产卵记录(见图5)。

表2 36只雌蜥的产卵期和产卵数量

Table 2. Spawning periods and egg numbers of 36 female newts in 1981-1982

年份	数量(只)		产卵期(日/月)				产卵数量(粒)				日产卵数量	日平均产卵数量/只
			起	止	总天数	实产天数	白天	晚上	总幅度	总数		
1981	20	幅度	28/IV—	6/V—	43—144	5—115	0—119	14—549	14—668	5651	1—24	4.17
		平均数	11/V	24/X	119.4	67.8	46.1	236.5	282.6			
1982	16	幅度	27/IV—	12/V—	61—150	6—69	5—49	5—295	10—338	2502	1—22	3.64
		平均数	10/V	5/X	132.4	42.9	27.9	128.5	156.4			
两年合计	36	幅度	27/IV—	6/V—	43—150	5—115	0—119	5—549	10—668	8153	1—24	3.99
		平均数	11/V	5/X	123.5	56.7	38.0	188.5	226.5			

3. 雌蜥产卵与雌雄蜥配对有关 在饲养中发现,单个雌蜥不产卵或产卵甚少。为了解这现象,曾做了以下几组对比实验,如表2。

表2说明以下问题: 1. 雌雄蜥配对饲养,一般雌蜥能够正常产卵; 2. 饲养条件下取出配对的雄蜥,产卵正常的雌蜥在第8天左右产出之卵,其受精卵比例减少,非受精卵数增加,第10—14天则停止产卵。3. 单养雌蜥不产卵或产卵甚少,说明雄蜥性刺激(求偶)和雌蜥的纳精是雌蜥正常产卵的重要因素之一。

Table 3. Relation between mating and egg-laying

[illegible]

注：表内“+♂”表示加入雄蛭；“-♂”表示取出雄蛭。

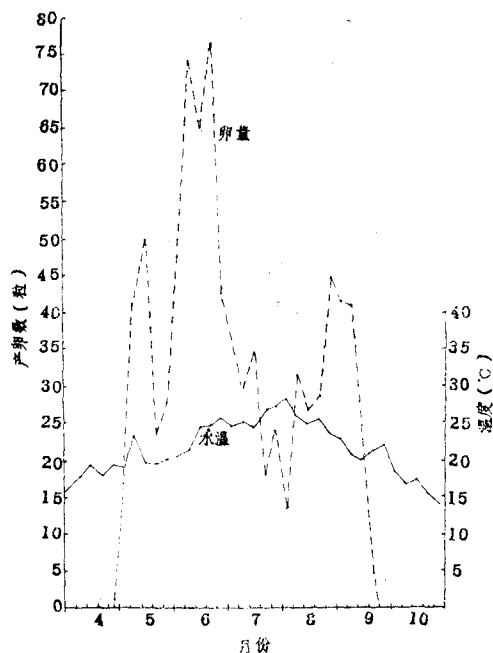


图5 20只雌蝾螈各时期平均产卵数量与水温的关系(1981年)
Fig. 5 Relation between daily average egg-laying numbers and water temperature of 20 female newts

七、产卵

产卵行为: 雌蝾在产卵前首先选择距水面2—6厘米处的柔软水草叶片, 然后用左右后肢交替将叶片卷曲紧抱在肛部外面, 体尾向背面弯曲(图3), 有时蝾螈翻转向上, 头部斜向水面, 约静止一分钟左右, 将卵产在叶片上。每次产一粒卵。产卵后, 雌蝾并不立即离开, 后肢仍紧抱叶片, 直至卵与叶片粘合一起后方才离去(图4)。顺产完成一次产卵过程约需时2.5—5分钟, 两次产卵相隔14分钟以上。有的雌蝾因选择适宜产卵的叶片常多次重复产卵动作而未产出卵粒。

产卵期: 据室内观察, 雌蝾的产卵期为4月下旬至10月上旬, 平均为 123.5 ± 25.5 (43—150) 天(表3), 与红腹蝾螈的产卵期56—90天(Tsutsui 1931:174)

相比要长30—60天。蓝尾蝾螈在产期中不是每天连续产卵, 其“间息期”随个体而异, 它们的实际产卵天数平均 56.7 ± 32.05 (5—115) 天。可见, 在相同饲养条件下, 不同个体的产卵期相差甚大。

产卵量: 根据36只雌蝾在室内的产卵记录, 平均日产卵4 (1—24) 粒, 年平均产卵 226.5 ± 166.15 (10—668) 粒, 是红腹蝾螈年产卵200粒(Oyama 1924)和324粒(Tsutsui 1931)的两倍以上。该蝾多在夜间(凌晨前)产卵, 其数量约占总卵量的83.2%; 白天产卵数量较少, 仅占16.8%, 且多在上午11时以前产出。

据观察, 蓝尾蝾螈有三个产卵高峰期(图5), 即5月和6月, 以及8月下旬至9月上旬。第二个高峰无论是产卵个体数或是每一个体的日产卵量都是整个繁殖期的最高纪录, 6月份的产卵量约占总卵量的35%。

饥饿蝾螈的产卵情况: 在饲养中曾对三对蝾螈(3♀♀, 3♂♂)作了禁食实验, 其中3只雌蝾的产卵持续时间和产卵数量结果如表4。可见, 雌蝾在缺食条件下仍能在35—102

表4 雌蝾在禁食后的产卵持续时间和产卵量

Table 4. Lasting days and numbers of female spawning after no feeding

卵数 标本号	日期		6月		7月		8月		9月		产卵终止日期	产卵总数	禁食后产卵持续天数
	10—15	16—30	1—15	16—31	1—15	16—31	1—15	16—31	1—15	16—30			
1 ♀	0	8	7	0	0	0	0	0	0	0	14/VII	15	35
2 ♀	0	8	0	0	0	0	0	1	0	0	1/IX	9	84
3 ♀	5	22	12	7	5	4	4	4	2	0	19/IX	61	102

天内产卵 9—61 粒。以第三号蝶螈为例, 其体重由 7.1 克, 下降到产卵终止时为 3.8 克, 其体重下降 53.5%。由此说明蓝尾蝶螈利用体内能量供给卵子发育, 繁衍其后代的能力甚强。

八、卵的发育与幼螈的生长

1. 卵的受精 蓝尾蝶螈系体内受精。曾对 26 只雌螈在 6—9 月期间所产之卵作了观察, 卵的受精率 (如表 5) 随时间向后推移逐渐降低。从 8 月 7—12 日和 9 月 19 日以后卵的受精

表 5 26 只雌螈各时期卵的受精率 (1982 年)
Table 5. Fertilized rate of eggs for 26 female newts

日期	月	6 月				7 月					8 月					9 月				
		8—12	13—18	19—24	25—30	1—6	7—12	13—18	19—24	25—31	1—6	7—12	13—18	19—24	25—31	1—6	7—12	13—18	19—24	25—30
日产卵数		60—99	53—106	73—111	23—71	21—49	16—62	26—68	4—63	4—51	7—37	14—76	14—51	10—65	22—116	21—71	28—69	15—30	0—8	0
日受精卵幅度		53—95	38—67	39—65	11—48	13—37	8—32	12—30	1—20	1—12	0—2	0	0—3	0—3	0—4	0—4	0—1	0—2	0—0	0
受精率 (%)	最低	83.5	61.3	52.7	47.6	34.2	32.0	27.9	11.1	7.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	最高	98.5	90.1	63.0	67.5	76.1	62.5	57.6	75.0	33.3	16.0	0	7.9	6.1	7.4	19.0	2.7	8.7	0	0
产卵总数		383	455	516	291	239	226	259	117	200	84	230	175	190	371	293	262	137	24	0
受精卵总数		345	316	307	160	140	104	116	39	42	3	0	8	3	12	8	4	8	0	0
总受精率 (%)		90	69.5	59.5	52.1	58.6	46.1	44.8	33.3	21.0	3.5	0	4.5	1.6	3.2	2.7	1.5	5.8	0	0
平均水温 (°C)		21.5	24.4	24.5	25.6	24.5	25.2	24.3	26.7	27.3	28.4	25.9	24.7	25.3	23.7	22.8	20.7	20.0	21.3	22.0

率为零可以说明: 在雌螈贮精囊内的精子团不太可能贮存到第二年还具有受精能力。从表 3 中也可看出, 如果将雄螈从正常产卵的雌螈中取出 (如第一号等), 则雌螈在第 14 天以后产出的卵均未受精, 这也说明雌螈纳入的精子团只能在 14 天内使卵子受精, 未能证实“雌螈纳精一次, 可以在数月之后产出受精卵”。以上结果与 Tsutsui (1931) 记载红腹蝶螈的精子团可贮存 196 天, 甚至到第二年还有受精力的结论不同。

几年来, 曾观察两万多粒卵子, 其中发现三例一囊二卵的“双胞胎”, 一例两个卵均受精, 并能正常发育; 第二例一卵受精, 另一卵未受精, 受精卵在囊胚期夭亡; 第三例两卵均未受精。这说明卵子经过贮精囊时, 不一定都能受精。

2. 卵的发育 在室温 19—29°C, 水温 18—28°C 的条件下, 受精卵经过 5.6 天长出尾芽。8.5 天长出外鳃芽和平衡器。13 天长出前肢芽。16.5 天左右孵化, 此时胚胎长约 10 毫米。约 27.5 天左右前肢具四指, 后肢明显, 平衡枝消失, 体全长 14 毫米左右。46.5 天左右后肢五趾发育完全, 体全长 19 毫米左右。111 天左右开始变态。164 天左右外鳃消失, 鳃孔封闭, 外部特征基本与成体相同。根据 100 只刚完成变态的幼螈量度统计, 体全长为 46.6 (37—60) 毫米, 体重 0.56 (0.3—1.1) 克。

3. 幼螈的生长 蝶螈的幼体 (受精卵至外鳃消失) 一直在水中发育生长, 生活期的长短随水域温度的高低和食物的丰欠而定。在室内常温下饲养, 其体全长和体重的增长情况如图 6 所示。

从图 6 看出, 变态后的次成螈 (即变态完成至性成熟前) 先要越过一个冬季 (即 10 月至第二年 4 月), 此期生长甚为缓慢, 七个月时间体全长仅增加 6.4 毫米, 体重增加 0.4 克; 夏

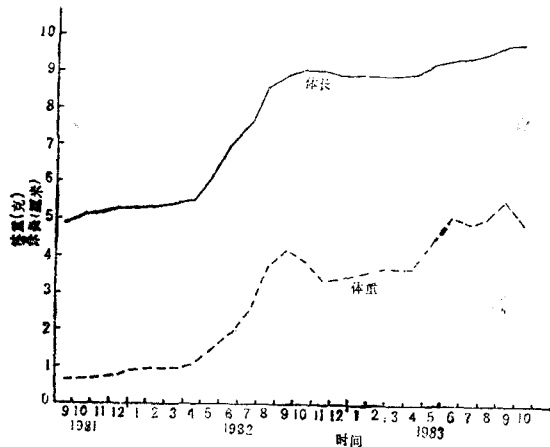


图 6. 12只幼蜥各时期平均体全长和体重的变化
Fig. 6 Changes of average total length and body weight of 12 larvae in various periods

季(5—9月)生长迅速, 5个月时间体全长达89.4(75.0—104.0)毫米, 净增33.8毫米, 体重达4.19(2.4—6.4)克, 净增3.2克, 其增长速度分别为冬季的5.3倍和8倍。次成蜥经过一年的生长, 无论体全长或体重已达或近于成体的量度; 解剖观察, 腹内卵巢或精巢已开始发育, 卵子还未成熟, 尚无产卵能力。它们必需再经过一个冬季才能达性成熟。可见, 蓝尾蝶蜥从受精卵始至能繁殖后代止大约需时两年。

在自然环境中采到的成体蝶蜥, 未发现具幼态性状(如鳃孔或外鳃残迹)的个体(即童体型)。在室内饲养条件下, 9

月份产出的卵, 胚胎在冬季低温(4—15℃)下发育, 于次年夏季5—6月变态者, 有的个体虽然体全长达88毫米, 体重达3.6克, 腹内已经怀卵(卵经0.8—1.8毫米)。但仍保留幼态性状, 这些个体可存活5年左右。

参 考 文 献

- 王朝芳等 1984 蓝尾蝶蜥早期发育的初步观察。动物学杂志 6:4—7。
曲韵芳等 1964 东方蝶蜥 *Cynops orientalis* (David) 排精和纳精的初步观察。动物学杂志 2:77—78。
耿家举等 1960 东方蝶蜥早期胚胎发育的初步观察。动物学报 12(2):175—184。
蔡堡 1978 东方蝶蜥胚胎发育图谱。1—77 科学出版社。
费梁等 1983 蓝尾蝶蜥一新亚种。两栖爬行动物学报 2(4):55—58。
Tsutsui, Y. 1931 Notes on the behavior of the common Japanese newt, *Diemyctylus pyrrhogaster* Boie. I. Breeding habit. Mem. Coll. Sci., Kyoto Imp. Univ., Ser. B, 7:159—179。
Марголис С. Э. и Ю. Б. Мантейфель 1978 Сенсорные системы и поведение хвостатых амфибий I—163, издательство «НАУКА» Москва。

STUDIES ON THE BREEDING ECOLOGY OF CYNOPS CYANURUS CHUXIONGENSIS FEI ET YE

Fei Liang Ye Changyuan
(Chengdu Institute of Biology, Academia Sinica)

1. *Cynops cyanurus chuxiongensis* is distributed on the mountainous areas of Chuxiong and adjacent areas, Yunnan at an altitude of 2100—2400m. 621 adult newts were collected in 2—4 August, 1980. The sexual proportion was ♀ 1.91;

♂1. During breeding season, the males have change in their appearance as: cloacal region is largely swelling; the tail appears a whitish blue; the orange of the venter becomes darker.

2. Under the natural conditions mating and spawning of this newts are carried out in shallow calm water body. In captivity the sexual behaviors of newts were observed, such as courting, mating, sperm depositing and taking and also egg laying. The males perform courtship, but the females are quite passive in the sexual activity. Mating takes place in open water body and spawning in the water with growing weeds. The mating and spawning can be successful where the water temperature is at 18—27°C (the favourable one is 21—25°C) and water is 10—15 cm deep.

3. Mating takes place early in the middle of April. During May and June, mating is very frequent, but can be seldom seen when temperature rises up to 27—30°C. At the beginning of autumn when air temperature reduced to about 25°C mating takes place again among some individuals.

4. By rearing female newt mated with male or separated from male, the result shows that sexual stimulus of the male to female and sperm-taking of female are important factors for normal spawning. Eggs are laid singly and most of the eggs are on leaf surface and wrapped by leaf. Only one egg is laid once, occasionally two in a sac of gelatin. One to four eggs may be laid in one day, about 226 in a year (1981 or 1982). Period of spawning is from the last decade of April to the first decade of October, in which May and June are the peak of breeding. Without feeding the newts can still lay about 9—91 eggs in 35—102 days.

5. Fertilized ratio of eggs was different in various months: 47.6—98.5% in June; 7.7—76.1% in July; 0—16.0% in August; 0—19.0% in September. The results above show that fertilized ratio of newts decreases progressively and is zero at the end of the breeding period or with the water temperature about 28°C. Early development from egg-laying to hatching and from latter to metamorphosed larva is about 17 days and 147 days respectively when water temperature is about 18—29°C. The development from egg to sexual maturity takes about two years. The sexual mature newts have no larval characters collected from the field, but occasionally neoteny is found on some individuals reared in the laboratory.