DOI:10.15928/j.1674-3075.201903160063

开都河流域长身高原鳅胚胎发育观察

刘茂春[1],徐 筱[2],聂竹兰[2],魏祖涛[3],韩 芳[4],张 佳[3]

(1.四川律贝生物科技有限公司,四川 成都 610041;
2.塔里木大学动物科学学院,新疆 阿拉尔 843300;
3.国电新疆开都河流域水电开发有限公司,新疆 库尔勒 841000;
4.巴音郭楞蒙古自治州渔业技术推广站,新疆 库尔勒 841000)

摘要:为了探究长身高原鳅(*Triplophysa tenuis*)的早期生活史,2018年4月在察汗乌苏鱼类增殖站对长身高原鳅胚胎发育过程进行观察。随机挑取10~15粒受精卵,在XSP-24S生物显微镜下对胚胎发育情况进行连续观察并拍照,记录胚胎发育时序及各个时期的典型特征。结果显示,长身高原鳅成熟卵粒圆形、灰色透明、饱满有弹性、沉性,卵径(1.07±0.10) mm;遇水受精后,迅速出现黏性。水温(20±1)℃时,整个胚胎发育历时86 h 56 min,积温1 826℃·h,依次经历胚盘期、卵裂期、囊胚期、原肠胚期、神经胚期、器官形成期和出膜7个连续发育阶段、34个时期。受精后10~15 min完成吸水,吸水后卵径为(1.50±0.09) mm;受精后1 h 22 min进入卵裂期;受精后7 h 40 min进入囊胚期;受精后11 h 17 min进入原肠胚期;受精后15 h 28 min进入神经胚期;受精后19 h 28 min进入器官形成期;受精后77 h 13 min进入出膜前期,受精后86 h 56 min完成出膜,长身高原鳅出膜仔鱼全长(4.81±0.17) mm。

关键词:长身高原鳅;受精卵;胚胎发育;开都河

中图分类号:S917.4 **文献标志码**:A **文章编号**:1674-3075(2021)02-0072-07

长身高原鳅(*Triplophysa tenuis*)又名粒唇黑斑条鳅,隶属于鲤形目(Cyprinidformes)、鳅科(Cobitidae)、条鳅亚科(Nemachilinae)、高原鳅属(*Triplophysa*),广泛分布于新疆南疆塔里木河水系的阿克苏河、叶尔羌河、和田河等大小水域中,在甘肃省的黑河、疏勒河也有分布(朱松泉,1989;武云飞和吴翠珍,1992;郭焱等,2012);为开都河土著鱼类,主要分布在开都河下游河段的哈尔莫墩水电站(海拔约1 100 m)以上水域(马燕武等,2013);其食性为杂食偏肉食性,自然条件下主要摄食底栖动物、鱼虾和昆虫幼体,其次是藻类和有机碎屑(吐尔逊等,2005;姚娜等,2018)。

开都河发源于天山南麓萨尔明乌拉山的哈尔干特山,沿途流经和静、焉耆、博湖三县,最后注入我国最大的内陆淡水湖—博斯腾湖,属于塔里木河水系。由于特殊的地理和气候条件,开都河整体生态环境功能较为脆弱。受20世纪60年代后期博斯腾湖大规模的人工引种以及开都河水利工程建设等人为干扰的影响,扁吻鱼(*Aspiorhynchus laticeps*)等土著鱼类在开都河水系相继消失,标志着原有鱼类区系被彻底改变。因此,对于开都河土著鱼类的保护引起了重视(吐尔逊等,2005;马燕武等,2013;姚娜等,2018),为其种质资源保护积累了资料,但迄今尚未检索到长身高原鳅胚胎发育的相关文献。笔者首次对长身高原鳅的胚胎发育过程进行系统观察,记录各个发育时段的典型特征并与鳅科其它鱼类进行比较,旨在对其早期生活史进行初步探究,为开都河流域土著鱼类的增殖保护提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 受精卵采集和孵化

2018年4月,在开都河察汗乌苏水电站大坝(42°19′N,85°30′E)以上至乌拉斯台沟口(42°20′N,85°22′E)河段,用地笼捕获一批自然发育成熟的长身高原鳅亲鱼。雌性腹部膨大柔软,泄殖孔较圆,轻压腹部即有灰色透明卵粒排出;雄性吻部的长条形隆起明显,胸鳍表面触感粗糙,泄殖孔稍尖细,轻压腹部即有乳白色精液排出,遇水即散,镜检精液活力可维持35 s左右。随即在察汗乌苏鱼类增殖站挑

收稿日期:2019-03-16

基金项目:国家自然科学基金(31560721, 31860729);新疆生产建设兵团中青年科技创新领军人才计划项目(2018CB033)。

作者简介:刘茂春,1987年,男,执业兽医师,主要从事鱼类增殖保护工作。E-mail: 378437856@qq.com

通信作者:聂竹兰,1979年,女,教授,主要从事水生动物保护生物学研究。E-mail: niezhl2004@163.com

选出的 15 组亲鱼，雌鱼体长(10.75±0.52) cm，体重(14.59±1.40)g；雄鱼体长(12.16±0.92) cm，体重(15.93±1.62) g，按雌∶雄比 1∶3 配对，进行人工干法受精，获得的受精卵采用黏板孵化器进行孵化。孵化用水为察汗乌苏水电站大坝渗水，pH 7.0～7.5，孵化过程中全程用气泵(型号 ACO-005)增氧，使保持溶解氧 8.0 mg/L 以上，孵化水温控制在(20±1)℃，每 6 h 换水 1 次，每次换水量约为孵化用水的 50%。

1.2　取样和观察

授精过程中，使用 120 目网片随机粘取部分受精卵，随后立即使用游标卡尺(0.02 mm)测量其卵膜径，即为吸水前的卵径。待受精卵充分吸水后，在观察胚胎发育过程中，再对其卵膜径进行测量，即为吸水后的卵径。

胚胎发育过程中，随机挑取 10～15 粒受精卵，置于加入孵化用水的培养皿中，在 XSP-24S 生物显微镜(目镜 10×18，物镜 4/0.1)下对胚胎发育情况进行连续观察并拍照，囊胚期以前每 20 min 观察 1 次，囊胚期至原肠期每 30 min 观察 1 次，器官分化阶段每 1 h 观察 1 次，记录胚胎发育时序及各个时期的典型特征，以 50%以上观察个体出现新特征作为划分发育时期的标准(陈生熬等，2015)。

1.3　数据处理

所得数据和图片分别用 Excel 2010 和 Photoshop7.0 软件进行处理；根据公式：$K=N\times T$ 进行积温计算，式中：K 代表发育胚胎发育总积温；N 代表发育历期，即完成某个阶段发育所需要的小时数；T 代表发育期间的平均温度。

2　结果

2.1　胚胎发育时序

在孵化水温保持(20±1)℃条件下，长身高原鳅受精卵从授精到完成出膜历时 86 h 56 min，依次经历胚盘期、卵裂期、囊胚期、原肠胚期、神经胚期、器官形成期和出膜共 7 个连续发育阶段、34 个时期(表 1，图版Ⅰ)。

2.2　胚胎发育分期及特征

2.2.1　*受精卵*　长身高原鳅的成熟卵粒呈卵圆形，灰色透明，饱满有弹性，卵径(1.07±0.10) mm。遇水受精后，迅速出现黏性，易黏附于容器内壁，且不易脱落(图版Ⅰ-1)。10～15 min，受精卵吸水膨胀，卵黄周围间隙变大，卵径为(1.50±0.09)mm(图版Ⅰ-2)。

2.2.2　*胚盘期*　受精后约 25 min，动物极与植物极分化，原生质向动物极集中并逐渐隆起，形似帽状，即为胚盘期(图版Ⅰ-3)。

2.2.3　*卵裂期*　受精后 1 h 22 min，在胚盘中央出现第 1 条分裂沟，将胚盘分成大小基本相同的 2 个细胞，即 2 细胞期(图版Ⅰ-4)。受精后 2 h 1 min，在胚盘中央出现与第 1 分裂沟垂直的第 2 条分裂沟，将胚胎分裂成大小基本相等的 4 个细胞，即 4 细胞期(图版Ⅰ-5)。受精后 2 h 42 min，胚盘上出现 2 条位于第 1 分裂沟两侧且与之平行的分裂沟，形成 2×4 排列且形态相似的 8 个细胞球，即 8 细胞期(图版Ⅰ-6)。受精后 3 h 22 min，胚盘上出现 2 条位于第 2 分裂沟两侧且与之平行的分裂沟，将其分裂为形态相似的 16 个细胞球，即 16 细胞期(图版Ⅰ-7)。受精后 3 h 47 min，受精卵第 5 次分裂，进入 32 细胞期(图版Ⅰ-8)。受精后 4 h 19 min，受精卵第 6 次分裂，进入 64 细胞期(图版Ⅰ-9)。此后，胚盘进一步卵裂，每次卵裂后细胞球以几何级数增加，细胞球越来越小，多层叠加排列于卵黄上方，各细胞间界限难以区分，即为多细胞期(图版Ⅰ-10)。

2.2.4　*囊胚期*　受精后 7 h 40 min，胚盘细胞进一步分裂，隆起高度约为卵黄径的 1/4，侧面观似“高帽状”，即为囊胚早期(图版Ⅰ-11)。受精后 8 h 53 min，囊胚细胞继续分裂，逐渐开始向四周扩散，胚盘高度开始下降，即为囊胚中期(图版Ⅰ-12)。受精后 10 h 12 min，胚层沿卵黄表面继续向植物极扩散，胚层紧贴在卵黄囊上，进入囊胚晚期(图版Ⅰ-13)。

2.2.5　*原肠期*　受精后 11 h 17 min，胚胎进入原肠早期(图版Ⅰ-14)。此时囊胚细胞开始向下包裹整个卵黄约 2/5，下包过程中，胚层边缘逐渐增厚内卷，形成胚环。受精后 13 h 3 min，囊胚细胞继续下包至卵黄的约 3/5，胚盾逐渐变厚并向动物极延伸，即为原肠中期(图版Ⅰ-15)。受精后 14 h 42 min，胚层下包至卵黄的约 4/5，胚盾前端略显膨大并逐渐延伸，胚体雏形逐渐显现，即为原肠后期(图版Ⅰ-16)。

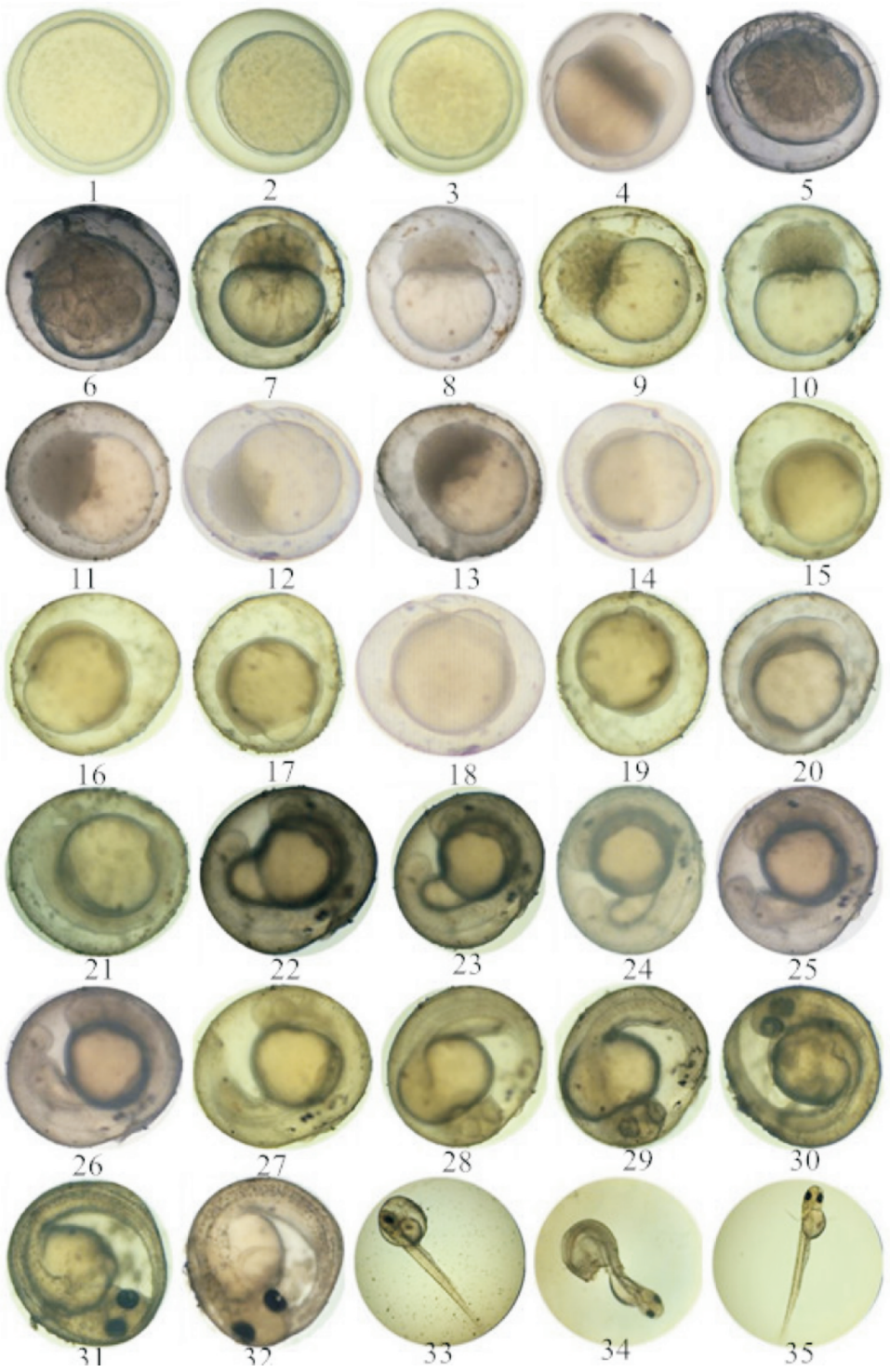
2.2.6　*神经胚期*　受精后 15 h 28 min，胚层继续下包，胚盾前端外胚层开始增殖并逐渐变厚形成神经板，胚体轮廓逐渐显现，即为神经胚期(图版Ⅰ-17)。受精后 16 h 17 min，胚层继续下包，植物极端卵黄栓逐渐变小，进入卵黄栓期(图版Ⅰ-18)。受精后 17 h 14 min，胚层继续下包，将卵黄全部包裹，胚孔消失，即为胚孔封闭期(图版Ⅰ-19)。

2.2.7　器官形成期　受精后19 h 28 min，头部隆起，胚体中部出现3～5对肌节，即为肌节出现期(图版Ⅰ-20)。受精后20 h 55 min，头部左右两侧出现凹陷，形成眼囊，即为眼囊形成期(图版Ⅰ-21)；肌节增加至5～8对，胚体逐渐伸展，围绕卵黄约2/3。受精后27 h 38 min，靠近尾部的卵黄出现凹陷，尾端明显突出游离于卵黄，肌节增至12～14对，即为尾芽期(图版Ⅰ-22)。受精后29 h 34 min，肌节20～22对，胚体中部肌节带动尾部向一侧摆动，频率5～8次/min，即为肌肉效应期(图版Ⅰ-23)。受精后30 h 56 min，眼囊呈椭圆形，在脑后两侧出现泡状空腔，即为耳囊出现期(图版Ⅰ-24)。受精后31 h 58 min，胚体尾部边缘出现褶皱，即为尾鳍原基期(图版Ⅰ-25)。受精后33 h 13 min，眼囊中出现圆形透明的晶体，即为晶体出现期(图版Ⅰ-26)。受精后38 h 5 min，耳囊内部出现两颗带色素的颗粒，即为耳石期(图版Ⅰ-27)。受精后40 h 13 min，胚体扭动明显，带动整个身体在卵膜内翻滚，在胚体头部与卵黄囊之间的围心腔内出现短管状并有规律搏动的心脏原基，并伴随透明液体流动，即为心跳期(图版Ⅰ-28)。受精后42 h 58 min，心率72次/min，全身血液循环，眼球周围黑色素沉积明显，即为眼点期(图版Ⅰ-29)。受精后53 h 27 min，耳囊后下方靠近卵黄囊处两侧逐渐凸出于体表，形成胸鳍原基，呈月牙状，胚胎尾部末端可达头部，即为胸鳍原基期(图版Ⅰ-30)。受精后66 h 19 min，胸鳍明显可见，在胚体背部出现大小不规则的黑色素斑点，即为体色素出现期(图版Ⅰ-31)。

表1　长身高原鳅胚胎发育过程

Tab.1　Embryonic development sequence of *T. tenuis*

发育期	发育特征	时长/h∶min	图版Ⅰ-
受精卵	圆形，灰色透明，受精后出现黏性	00∶00	1
吸水后	卵黄周围间隙变大	00∶13	2
胚盘期	动物极隆起，出现胚盘	00∶25	3
2细胞期	胚盘中央出现第1条分裂沟，形成2个细胞	01∶22	4
4细胞期	第2条分裂沟与第1条分裂沟垂直的，形成4个细胞	02∶01	5
8细胞期	第3次分裂，形成2×4排列的8个细胞	02∶42	6
16细胞期	第4次分裂，形成4×4排列的16个细胞	03∶22	7
32细胞期	第5次分裂，形成大小相似32个细胞	03∶47	8
64细胞期	第6次分裂，形成大小相似64个细胞	04∶19	9
多细胞期	细胞球越来越小，界限难以区分	04∶53	10
囊胚早期	胚盘隆起高度约为卵黄径的1/4，形似高帽状	07∶40	11
囊胚中期	囊胚细胞逐渐开始向四周扩散，胚盘高度开始下降	08∶53	12
囊胚晚期	胚层继续向植物极扩散，紧贴在卵黄囊上	10∶12	13
原肠早期	胚层边缘增厚，形成胚环	11∶17	14
原肠中期	胚层下包至卵黄的约3/5	13∶03	15
原肠晚期	胚层下包至卵黄的约4/5	14∶42	16
神经胚期	胚盾前端外胚层增殖并逐渐变厚形成神经板	15∶28	17
卵黄栓期	胚层下包，植物极端卵黄栓逐渐变小	16∶17	18
胚孔封闭期	胚层逐渐下包将卵黄栓全部包裹，胚孔逐渐消失	17∶14	19
肌节出现期	胚体中部出现3～5对肌节	19∶28	20
眼囊形成期	头部左右两侧出现凹陷，形成眼囊	20∶55	21
尾芽期	卵黄出现凹陷，尾端明显突出游离于卵黄	27∶38	22
肌肉效应期	胚体中部肌节带动尾部向一侧摆动，频率5～8次/min	29∶34	23
耳囊形成期	眼囊呈椭圆形，在脑后两侧出现泡状空腔	30∶56	24
尾鳍原基期	胚体尾部边缘出现褶皱	31∶58	25
晶体出现期	眼囊中出现圆形透明的晶体	33∶13	26
耳石期	耳囊内部出现两颗带色素的颗粒	38∶05	27
心跳期	心脏原基出现，搏动中伴随透明液体流动	40∶13	28
眼点期	眼球周围黑色素沉积	42∶58	29
胸鳍原基期	呈月牙状的胸鳍原基形成	53∶27	30
体色素出现期	胚体背部出现大小不规则的黑色素斑点	66∶19	31
出膜前期	胚体转动明显，卵膜透明状	77∶13	32
出膜中期	出膜中，以头或尾先出	84∶22	33，34
出膜期	完成出膜，出膜仔鱼全长(4.81±0.17)mm	86∶56	35



(1)受精卵；(2)吸水后受精卵；(3)胚盘期；(4)2 细胞期；(5)4 细胞期；(6)8 细胞期；(7)16 细胞期；(8)32 细胞期；(9)64 细胞期；(10)多细胞期；(11)囊胚早期；(12) 囊胚中期；(13)囊胚晚期；(14)原肠早期；(15)原肠中期；(16)原肠晚期；(17)神经胚期；(18)卵黄栓期；(19)胚孔封闭期；(20)肌节出现期；(21)眼囊形成期；(22)尾芽期；(23)肌肉效应期；(24)耳囊形成期；(25)尾鳍原基期；(26)晶体出现期；(27)耳石期；(28)心跳期；(29)眼点期；(30)胸鳍原基期；(31)体色素出现期；(32)出膜前期；(33－34)出膜中期；(35)出膜期

图版Ⅰ　长身高原鮈的胚胎发育

(1) fertilized stage;(2) fertilized stage after absorbing water;(3) blastoderm;(4) 2－cell stage;(5) 4－cell stage;(6) 8－cell stage;(7) 16－cell stage;(8) 32－cell stage;(9) 64－cell stage;(10) morula;(11) early blastula;(12) middle blastula;(13) late blastula;(14) early gastrula;(15) mid gastrula;(16) late gastrula;(17) neural embryo formation;(18) yolk plug stage;(19) closure of blastopore;(20) appearance of myomere;(21) optic capsule stage;(22) tail－bud stage;(23) muscle effect stage;(24) otocyst stage;(25) rudimentary tail fin;(26) crystal stage of eyes;(27) appearance of statolith;(28) heart beating stage;(29) appearance of eyeball pigment;(30) rudimentary pectoral fin;(31) appearance of body pigment;(32) early-stage membrane release;(33－34) mid-stage membrane release;(35) larvae release from membrane

Plate Ⅰ　Images of embryonic development of *T. tenuis*

2.2.8　出膜期　受精后77 h 13 min,体表黑色素斑点增多,胚体转动明显,卵膜透明状,即为出膜前期(图版Ⅰ-32)。受精后84 h 22 min,卵膜逐渐变软、变薄,胚体剧烈转动,最终以头或尾先出,即为出膜中期(图版Ⅰ-33,34)。受精后86 h 56 min,完成出膜,仔鱼全长(4.81±0.17) mm(图版Ⅰ-35),卵黄囊紧贴鱼体,前段明显膨大呈卵圆形,后段呈长条形;眼点清晰可见,口凹形成,胸鳍已伸展,体表有大量黑色斑点分布,大多静卧水底,做间歇性冲游。

3　讨论

长身高原鳅胚胎发育时序与报道的其它鳅类基本一致,但在卵粒性质、胚胎发育和出膜仔鱼特征等方面也具有自身的特点。通过查找以往学者已发表的研究论文,选取12种不同的鳅类进行环境指标和生物学指标比较,详见表2。

表2　长身高原鳅与其他鳅类卵粒性质、胚胎发育和出膜仔鱼特征比较

Tab.2　Comparison of egg, embryonic development and newly hatched larvae of *T. tenuis* with other Cobitidae sp

种类	卵颜色	卵属性	成熟卵/mm	吸水后卵径/mm	孵化水温/℃	积温/℃·h	孵化时间/h∶min	出膜仔鱼全长/mm
长身高原鳅	灰色	沉性,强黏性	1.07±0.10	1.50±0.09	20.0±1.0	1826	86∶56	4.81±0.17
叶尔羌高原鳅	淡黄色	沉性,微黏性	0.60±0.05	-	20.0±1.0	1310	65∶34	2.00±0.65
东方高原鳅	淡黄色	黏性	0.97～1.11	1.72～1.83	16.0±0.5	2113	132∶09	4.58
秀丽高原鳅	黄色	黏性	1.03	-	17.5±1.0	1361	77∶45	3.66
西昌高原鳅	-	强黏性	0.90±0.10	-	15.0～17.0	1008～1224	72∶00	4.20
安氏高原鳅	金黄	沉性,微黏性	0.87～1.05	1.24～1.41	16.3～18.1	2083	119∶44	4.58
贝氏高原鳅	金黄	沉性,强黏性	0.94～1.10	1.36	9.0～12.8	3646～5185	405∶03	4.32±0.23
达里湖高原鳅	浅黄	强黏性	0.93±0.01	-	18.0	1260	70∶00	3.47±0.06
短体副鳅	黄色	强黏性	1.86～2.03	-	17.0～20.0	986～1160	58∶00	3.43±0.14
大刺鳅	金黄色	沉性,黏性	2.03±0.11	2.18±0.15	25.0±1.0	1625	65∶00	4.68±0.21
中华沙鳅	艾绿色	无黏性,漂流性	0.90～1.30	4.21～4.98	23.0±0.5	765	33∶15	4.80～5.10
长薄鳅	青灰色	无黏性,漂流性	1.50～1.66	3.67～4.00	22.0～23.5	748	34∶00	5.00
泥鳅	橙黄色	弱黏性	0.72～0.84	1.14～1.28	19.5～23.0	519～612	26∶40	1.95～2.40

3.1　长身高原鳅卵的特点

长身高原鳅(*Triplophysa tenuis*)成熟卵粒灰色透明,沉性。遇水受精后出现黏性,在整个孵化过程中一直附着在黏板孵化器上,说明黏性较强,与同属的东方高原鳅(*T. orientalis*)(汪帆等,2017)、秀丽高原鳅(*T. venusta*)(梁祥等,2018)、西昌高原鳅(*T. xichangensis*)(吴湘香等,2016)、贝氏高原鳅(*T. bleekeri*)(李忠利和严太明,2009)、达里湖高原鳅(*T. dalaica*)(耿龙武等,2015)和副鳅属的短体副鳅(*Paracobitis potanini*)(王宝森等,2008)以及刺鳅属的大刺鳅(*Mastacembelue armatus*)(薛凌展,2014)相同;与叶尔羌高原鳅(*T. yarkandensis*)、安氏高原鳅(*T. angeli*)(王华等,2009)和泥鳅(*Misgurnus anguilliaudatus*)(郑文彪,1985)的微黏性卵和弱黏性卵不同;而沙鳅亚科的中华沙鳅(*Botia superciliaris*)(何斌等,2014)、长薄鳅(*Leptobotia elongata*)(梁银铨等,1999)的成熟卵粒则是漂流性、无黏性的。这一特点说明长身高原鳅与其产卵环境的适应性,在自然条件下,其受精卵常黏附于河岸水草、枯枝上自然孵化。

长身高原鳅的成熟卵径为(1.07±0.10) mm,与同为高原鳅属的东方高原鳅(0.97～1.11 mm)、秀丽高原鳅(1.03 mm)、西昌高原鳅[(0.90±0.10) mm]、安氏高原鳅(0.87～1.05 mm)、贝氏高原鳅(0.94～1.10 mm)和达里湖高原鳅[(0.93±0.01) mm]6种高原鳅以及沙鳅属的中华沙鳅(0.90～1.3 mm)的卵径比较接近,大于叶尔羌高原鳅[(0.60±0.052) mm]和泥鳅(0.72～0.84 mm)的卵径;相比于副鳅属的短体副鳅(1.86～2.03 mm)、刺鳅属的大刺鳅[(2.03±0.11) mm]和薄鳅属的长薄鳅(1.50～1.66 mm)的卵径要小。

3.2　胚胎发育的关键影响因素

受遗传因素影响,鱼类胚胎发育具有各自的特异性,同时在发育过程中,也受水温、溶氧、光照等外因的影响(殷名称,1995)。本实验中,长身高原鳅受精卵在水温保持在(20±1)℃条件下,整个胚胎发育过程历时86 h 56 min,积温1 826℃·h。据报道,在相同的水温条件下,同为塔里木河水系土著鱼类的叶尔羌高原鳅需67 h 26 min完成整个胚胎发育,积温1 310℃·h,发育时间和所需积温均小于长身高原鳅,这可能与两者的栖息环境存在一定的关系。与其它鳅类比较,由于种属和孵化水温的不同,胚胎发育所需时间也存在差异,长身高原鳅胚胎发育时间远大于中华沙鳅、长薄鳅和泥鳅,略大于秀

丽高原鳅、西昌高原鳅、达里湖高原鳅、短体副鳅和大刺鳅，但小于东方高原鳅、安氏高原鳅和贝氏高原鳅。

3.3　出膜仔鱼特征

何德奎等(2006)在高原鳅属鱼类的分子系统发育和生物地理学研究中指出，高原鳅属鱼类作为青藏高原最为重要的类群之一，对高原特殊的地理环境具有极强的适应能力。本实验中，长身高原鳅受精卵经过 42 h 58 min 发育出现眼点，66 h 19 min 后出现体色素。出膜时仔鱼眼点清晰可见，口凹形成，胸鳍已伸展，体表有大量黑色斑点分布，这一特征与秀丽高原鳅、西昌高原鳅和贝氏高原鳅相似；而东方高原鳅和安氏高原鳅则眼色素明显，体表均无色素沉积。除此之外，叶尔羌高原鳅、短体副鳅、中华沙鳅、长薄鳅和泥鳅的出膜仔鱼通体透明，眼球和体表无色素沉积，器官分化程度明显低于长身高原鳅。笔者认为，长身高原鳅在(20±1)℃水温条件下胚胎发育历时较长，出膜仔鱼器官分化程度较高，正是其适应独特野外生境的表现。

参考文献

陈生熬，宋勇，牛玉娟，等，2015. 叶尔羌高原鳅胚胎发育与胚后发育观察[J]. 中国水产科学，22(4)：597－607.

耿龙武，姜海峰，佟广香，等，2015. 达里湖高原鳅人工繁殖技术初步研究[J]. 水产学杂志，28(6)：15－18.

郭焱，张人铭，蔡林钢，等，2012. 新疆鱼类志[M]. 乌鲁木齐：新疆科学技术出版社：154－159.

何斌，陈先均，温涛，等，2014. 中华沙鳅的胚胎发育[J]. 西南农业学报，27(3)：1332－1336.

何德奎，陈咏霞，陈毅峰，2006. 高原鳅属 *Triplophysa* 鱼类的分子系统发育和生物地理学研究[J]. 自然科学进展，16(11)：1395－1404.

李忠利，严太明，2009. 贝氏高原鳅胚胎和仔鱼的形态发育[J]. 水生生物学报，33(4)：636－642.

梁祥，钟文武，冷云，等，2018. 秀丽高原鳅胚胎发育观察[J]. 水产科学，37(1)：79－84.

梁银铨，胡小建，黄道明，等，1999. 长薄鳅胚胎发育的观察[J]. 水生生物学报，23(6)：631－635.

马燕武，郭焱，陈朋，等，2013. 新疆开都河鱼类区系组成与分布[J]. 淡水渔业，43(5)：21－26.

吐尔逊，任波，张人铭，等，2005. 阿克苏河长身高原鳅生物学研究[J]. 水产学杂志，18(2)：65－69.

汪帆，杨瑞斌，樊启学，2017. 东方高原鳅的胚胎与胚后发育观察[J]. 华中农业大学学报，36(6)：89－98.

王宝森，姚艳红，王志坚，2008. 短体副鳅的胚胎发育观察[J]. 淡水渔业，38(2)：70－73.

王华，郭延蜀，左林，等，2009. 安氏高原鳅胚胎和仔鱼发育的观察[J]. 水产科学，28(12)：721－725.

吴湘香，李云峰，吴世勇，等，2016. 安宁河西昌高原鳅胚胎发育初步研究[J]. 淡水渔业，46(4)：44－48.

武云飞，吴翠珍，1992. 青藏高原鱼类[M]. 成都：四川科学技术出版社：184－186.

薛凌展，2014. 大刺鳅胚胎发育观察[J]. 淡水渔业，44(2)：101－104，108.

姚娜，刘洁雅，马良，等，2018. 塔里木河上游隆额高原鳅与长身高原鳅的生物学特征[J]. 贵州农业科学，46(4)：82－86

殷名称，1995. 鱼类生态学[M]. 北京：中国农业出版社：105－145.

郑文彪，1985. 泥鳅胚胎和幼鱼发育的研究[J]. 水产学报，9(1)：37－47.

朱松泉，1989. 中国条鳅志[M]. 南京：江苏科学技术出版社：68－132.

(责任编辑　万月华)

Embryonic Development of *Triplophysa tenuis* from Kaidu River Basin

LIU Mao-chun[1], XU Xiao[2], NIE Zhu-lan[2], WEI Zu-tao[3], HAN Fang[4], ZHANG Jia[3]

(1.Sichuan Aquabase Biotechnology,Ltd. Chengdu 610041,P.R.China;
2.Tarim University, College of Animal Science,Alar 843300, P.R.China;
3.Guodian Xinjiang Kaidu River Basin Hydropower Development,Ltd. Korla 841000,P.R.China;
4.The technology of Fishery Promotion Stationin, Bayingol Mongolian Autonomous Prefecture,Korla 841000,P.R.China)

Abstract: *Triplophysa tenuis*, belonging to *Triplophysa*, Nemacheilidae, Cobitidae and Cypriniformes, is an important indigenous fish in Kaidu River. In this paper, we describe and illustrate the embryonic development of *T. tenuis* for the first time and compare early-stage growth characteristics with other Cobitidae species. The early-stage life history of *T. tenuis* was described and theoretical evidence was provided for breeding and release of native species in Kaidu River. Parental stock was collected from Kaidu River in April, 2018, with the following characteristics: total length [female,(10.75±0.52) cm; male, (12.16±0.92) cm], body weight [female, (16.1－115.8) g; male, (5.2－23.8) g]. The zygotes were obtained by dry fertilization and the incubation of zygotes was conducted in an incubator under controlled conditions: temperature, (20±1)℃; dissolved oxygen, ＞8.0 mg/L; 50% water exchanged every 6 hours. Embryonic development sequences and typical characteristics of each period were observed and recorded using a XSP－24S biological microscope (eyepiece 10×18, objective lens 4/0.1). Results show that the mature eggs of *T. tenuis* were demersal, round, plump and elastic, with a diameter of (1.07±0.10) mm, and they quickly became glutinous after fertilization. The entire embryonic development period was 86 h 56 min at (20±1)℃ and the maximum cumulative temperature was 1 826℃.The embryonic development of *T. tenuis* can be divided into 7 stages: blastoderm, cleavage, blastula, gastrula, neurula, organ formation and larvae release from membrane. Water absorption was completed 10－15 minutes after fertilization, and the diameter of the fertilized egg was (1.50±0.09) mm after swelling; cleavage began at 1 h 22 min after fertilization and the blastocyst, gastrointestinal, neuroembryo and organogenesis stage occurred, respectively, at 7 h 40 min, 11 h 17 min, 15 h 28 min and 19 h 28 min after fertilization. Early-stage release from the membrane began at 77 h 13 min after fertilization and larvae were released from the membrane at 86 h 56 min. The average total length of newly hatched larvae was (4.81±0.17) mm.

Key words: *Triplophysa tenuis*; fertilized egg; embryonic development; Kaidu River