

文章编号:1000-0615(2004)01-0008-07

## 养殖型暗纹东方鲀生长与发育特性

华元渝,李廷友,邹宏海

(南京师范大学生命科学学院,江苏南京 210097)

**摘要:** 观测养殖型暗纹东方鲀,获得 4 个年龄组的生长数据和解剖资料。拟合出雌、雄的体长体重关系和生长方程,分析其肥满度、胸腹围特点以及性腺和肝脏发育特点。结果显示,养殖型暗纹东方鲀雌雄体长生长规律相似;但体重在 2.5 龄前雄鱼生长速度大于雌鱼,2.5 龄后则相反。养殖暗纹东方鲀体型比野生暗纹东方鲀肥胖,体重/体长和肥满度皆大于野生型。研究还发现,养殖暗纹东方鲀性腺发育不良和肝脏脂肪变性发生率高,且两者的发生存在一定关系,致使全人工育成的成鱼繁殖难以成功。

**关键词:** 暗纹东方鲀;养殖型;生长;发育;性腺;肝脏

**中图分类号:** S917.4; Q959.4 **文献标识码:** A

## Growth and development characteristics of captive *Takifugu obscurus*

HUA Yuan-yu, LI Ting-you, ZOU Hong-hai

(College of Biological Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China)

**Abstract:** The growth data of captive *Takifugu obscurus* at four ages were collected. The relationship between standard length (SL) and total weight (TW) was described by the von Bertalanffy growth equation. The Fulton's condition factors and characteristics of breast girth (BG) and venter girth (VG) were estimated, and the development characteristics of liver and gonad were analyzed by anatomical observation. It was found that length growth of captive ones was not significantly different between sexes. The weight of males increased more quickly than that of females before 2.5 age, but it was contrary after 2.5 age. The length growth rate decreased with the age, while weight growth rate rose with age before 2.0 and then declined gradually after that. The result also showed that captive *Takifugu obscurus* was fatter than wild ones due to the accumulation of nutrition, both its weight-to-length ratio and Fulton coefficients were higher than the latter's. In addition, poor development of gonad and hepatization often occurred to the captive ones. The study also explained the biological signification of the parameter  $b$  in the power function:  $W = aL^b$ .

**Key words:** *Takifugu obscurus*; captive; growth; development; gonad; liver

暗纹东方鲀 (*Takifugu obscurus*), 隶属于鲀形目, 鲀科, 东方鲀属, 俗称河鲀、河豚, 属江海洄游性鱼类, 为“长江三鲜”之一。近年来, 随着我国民

众对暗纹东方鲀认识的更新, 对暗纹东方鲀的消费需求日益增长, 从而促进了暗纹东方鲀养殖业的发展。

收稿日期: 2002-11-12

资助项目: 江苏省农业攻关项目 (BE2001381), 江苏省质量技术监督局 (88 号 - 57 - 65) 项目 [2002]

作者简介: 华元渝 (1939 -), 男, 江苏无锡人, 教授, 博士生导师, 主要从事淡水生态与渔业生态工程研究。Tel: 025 - 83243139, E-mail: yingpingxiong@263.net

有关鱼类生长与发育特性的研究已有诸多报道<sup>[1-3]</sup>,但关于鲀形目的生长特性的研究,国内仅限于单角鲀科的绿鳍马面鲀<sup>[4]</sup>,而鲀科特别是养殖型暗纹东方鲀的生长与发育特性尚未见报道。为此,作者开展了养殖型暗纹东方鲀生长及发育特性的研究,作如下报道。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

取自 1998、1999、2000、2001 年繁育的养殖型暗纹东方鲀夏花。

### 1.2 时间地点

1998 年 4 月至 2002 年 6 月,在江苏省海安县

老坝港龙洋水产养殖公司河鲀养殖场内进行,选用 8 个水泥池作为试验用池。池面积均为 400m<sup>2</sup>,水深 1.0~1.2 m;每池配备 0.75 kW 水车式增氧机两台。养殖用水为深度曝气的 300 m 以下的深井水。

### 1.3 试验方法

每年 4~5 月,选用一个水泥池放养夏花(全长 3~4 cm)15000 尾左右,随鱼体增长逐渐稀疏密度(表 1);饲料为公司自制的专用配合饲料,饵料系数为 2,适时添加鲜活鱼糜;保持弱光(500~1000 lx);养殖用水经过滤循环使用,每月更换一次,水质指标见表 2;定期观测生长数据。

表 1 饲养密度

Tab.1 Breeding density

实验鱼规格(mm) size	30~40	40~60	60~100	100~150	150~200	>200
密度 density (ind·m <sup>-3</sup> )	30~60	20~40	15	10	8	5~7

表 2 水质指标

Tab.2 Water quality index

项目 item	溶氧(mg·L <sup>-1</sup> ) dissolved oxygen	pH 值	水温(°C) water temperature	氨氮(mg·L <sup>-1</sup> ) aminonitrogen	亚硝氮(mg·L <sup>-1</sup> ) nitrite nitrogen
指标 value	>6	6.5~8.5	20~27	<1	<0.1

### 1.4 观测方法

**体征指标** 每年 4 月份从试验池中随机抽取样本 100~120 尾,测量体长、胸围(胸鳍处体围)、腹围(体围最大处)、体重;并从中随机取 20~30 尾解剖,观察肝脏、性腺,称肝重、性腺重,测量左右性腺长宽,性腺作组织切片观察。

**性别判断** 1~2 龄鱼通过解剖判断雌雄;3~4 龄鱼通过腹部触摸法判断雌雄<sup>[5]</sup>,触摸不能判断雌雄则单独归为一类。

**年龄判断** 年龄依养殖年限确定。

## 2 结果与讨论

共获得 1998 年群体 4 个年龄组、1999 年群体 3 个年龄组、2000 年群体 2 个年龄组、2001 年群体 1 个年龄组的生长数据,对同一年龄组的各群体的生长数据进行 F 检验,不同年限群体间不存在显著差异,为此本文取数据完整的 1998 年群体 4

个年龄组的生长数据用作生长特性分析(表 3)。

1998 年群体所取样本中雌雄比为 1:1.05~1.14。在 3 龄中,性腺发育不良个体占样本数的 19.05%;在 4 龄中,则占 21.90%。

### 2.1 体长与体重关系

用  $W = aL^b$  拟合体长体重关系<sup>[3]</sup>,雌鱼为  $W = 0.0065L^{3.565}$ ,雄鱼为  $W = 0.0121L^{3.370}$ (图 1)。并计算体重体长比,其中 3 龄体重/体长雄性为  $34.56 \pm 4.03$ ,雌性为  $36.68 \pm 4.57$ ,4 龄雄性为  $39.10 \pm 4.14$ ,雌性为  $42.62 \pm 4.31$ 。

从图 1 可看出,低龄时同一体长雌雄所对应的体重比较接近,雄鱼略大于雌鱼;趋于成熟时,同一体长雌鱼所对应的体重大于雄鱼。

华元渝等<sup>[5]</sup>曾报道野生暗纹东方鲀体重/体长,其中雌鱼为  $26.250 \pm 0.600$ ,雄鱼为  $21.290 \pm 4.430$ ,这些数据适用于已性成熟的 3~4 龄个体。相比之下,养殖型体重/体长明显大于野生。

表3 1998年群体养殖型暗纹东方鲀生长数据

Tab.3 Measured data of captive *T. obscurus* born in 1998

年龄 age	性别 sex	样本数 (ind) numbers	体长范围 (cm) SL range	平均体长 (cm) average SL	体重范围 (g) TW range	平均体重 (g) average TW	胸围范围 (cm) BG range	平均胸围 (cm) average BG	腹围范围 (cm) VG range	平均腹围 (cm) average VG
1	♀	56	18.1~22.5	20.56±1.09	232~429	314.44±47.05	14.4~19.1	16.87±1.01	16.1~20.2	18.08±1.13
	♂	64	19.1~21.9	20.69±1.02	279~433	326.53±48.52	16.2~18.5	16.92±0.69	17.5~20.9	18.59±0.93
2	♀	57	23.9~26.5	24.96±1.17	431~558	607.83±52.97	18.4~20.7	20.11±0.88	19.6~22.4	22.15±1.16
	♂	61	22.8~27.8	24.89±1.26	330~604	615.37±63.45	17.2~20.6	20.03±0.94	19.1~23.8	22.79±1.20
3	♀	41	25.3~32.4	28.65±1.48	647~1341	1061.76±143.56	21.2~29.3	25.10±1.29	22.3~32.5	28.47±1.48
	♂	44	26.2~31.5	28.89±1.39	673~1306	1023.48±136.89	20.8~27.6	23.65±1.84	22.6~31.7	26.46±1.63
	不详	20	24.7~32.6	28.64±1.81	639~1321	981.45±157.99	21.1~26.9	23.16±1.48	21.8~29.8	25.34±1.54
4	♀	38	29.6~34.2	31.03±1.52	1152~1618	1328.96±153.11	24.7~29.5	27.33±1.72	28.0~29.1	31.29±1.71
	♂	42	28.4~33.4	30.98±1.65	1072~1548	1263.13±142.07	23.4~27.6	25.69±1.85	26.6~31.4	28.81±1.62
	不详	23	29.5~33.7	31.23±1.57	1023~1465	1203.26±161.34	23.8~28.3	25.47±1.57	25.7~30.9	27.14±1.41

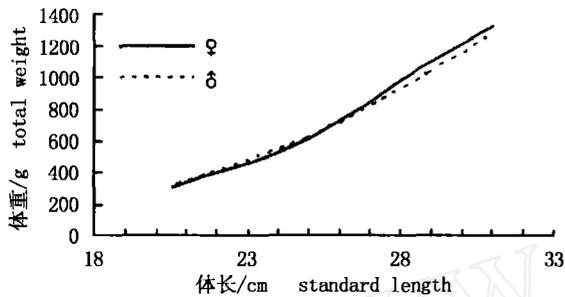


图1 养殖型暗纹东方鲀体长体重关系  
Fig.1 Length-weight relationship of captive *T. obscurus*

## 2.2 生长曲线

用 von Bertalanffy 生长方程<sup>[1]</sup>拟合养殖型暗纹东方鲀体长、体重与年龄的关系,得雌雄生长方程为:

$$\text{雌: } L_t = 38.859[1 - e^{-0.2856(t+1.6323)}]$$

$$W_t = 2597.8026[1 - e^{-0.3286(t+1.4325)}]^{3.565}$$

$$\text{雄: } L_t = 38.244[1 - e^{-0.3003(t+1.5793)}]$$

$$W_t = 2271.3111[1 - e^{-0.3444(t+1.3857)}]^{3.370}$$

体长与体重生长曲线分别见图2。

养殖型暗纹东方鲀的体长生长速度随年龄的增大而下降(图2-A、C),而雄鱼的下降趋势略强于雌鱼(图2-C、E),同时图2-E显示体长生长加速度为负值,随年龄增大加速度也逐渐增大。

体重生长与年龄关系略呈“S”形渐进曲线,整个生长由慢到快,再逐渐转慢,2.5龄前,雄鱼体重增长幅度明显高于雌鱼,2.5龄后正好相反(图2-B);体重生长存在拐点年龄,雌鱼为2.4龄,雄鱼为

2.2龄(图2-D);体重生长加速度随年龄增大而下降,其下降趋势随年龄增大而减缓(图2-F)。

## 2.3 肥满度

对体长、体重数据进行肥满度分析(表4)。肥满度随年龄的增大而增大,2龄前,雌鱼的肥满度小于雄鱼,之后则大于雄鱼。这可能是在养殖条件下,雄鱼比雌鱼好动,抢食能力强于雌鱼,摄食量的增大使得其体重增长幅度高于雌鱼;2龄后,雌鱼因为性腺发育需要而大量摄食,同时雌鱼不好动,能量累积多,消耗少,这使得其体重增长幅度超过了雄鱼,这种现象也可从生长曲线、胸腹围等生长指标反映出来(图2、图3)。而性腺发育不良个体的肥满度比同龄的雌雄鱼都小,很明显这与其性腺未得到充分发育密切相关(表5)。

野生型暗纹东方鲀肥满度在长江口处为3.2左右,在安庆江段为4.06左右<sup>[6]</sup>,这些肥满度指标适用于3~4龄性成熟个体。本研究中的养殖暗纹东方鲀3~4龄个体的肥满度比同龄野生型暗纹东方鲀大(表4),其主要原因可能是养殖条件下,饵料营养丰富,运动较少所致,这也直接导致了体重/体长显著大于野生鲀。

无论野生型、养殖型暗纹东方鲀,其肥满度都明显大于其它鱼<sup>[7,8]</sup>,如蓝圆鲈(1.30~1.48)、金色小沙丁鱼(1.20~1.57)、鲈(1.04~1.43)、颌圆鲈(1.03~1.32)、竹筴鱼(1.21~1.51)、羽鳃鲈(1.44~1.69)、沙塘鳢(1.85~2.52)等。分析其原因,暗纹东方鲀体型近似圆筒型,因而同一部位横切面积要明显大于纺锤型、侧扁型、平扁型等其它体型的鱼类;而且鱼体大部分为肌肉组织,脂肪含量低,这

些因素促使单位体长的鱼体重量要明显大于其它体型的鱼类,从而肥满度远远大于其它鱼类,同时

这也使得暗纹东方鲀具有高的可食用率。

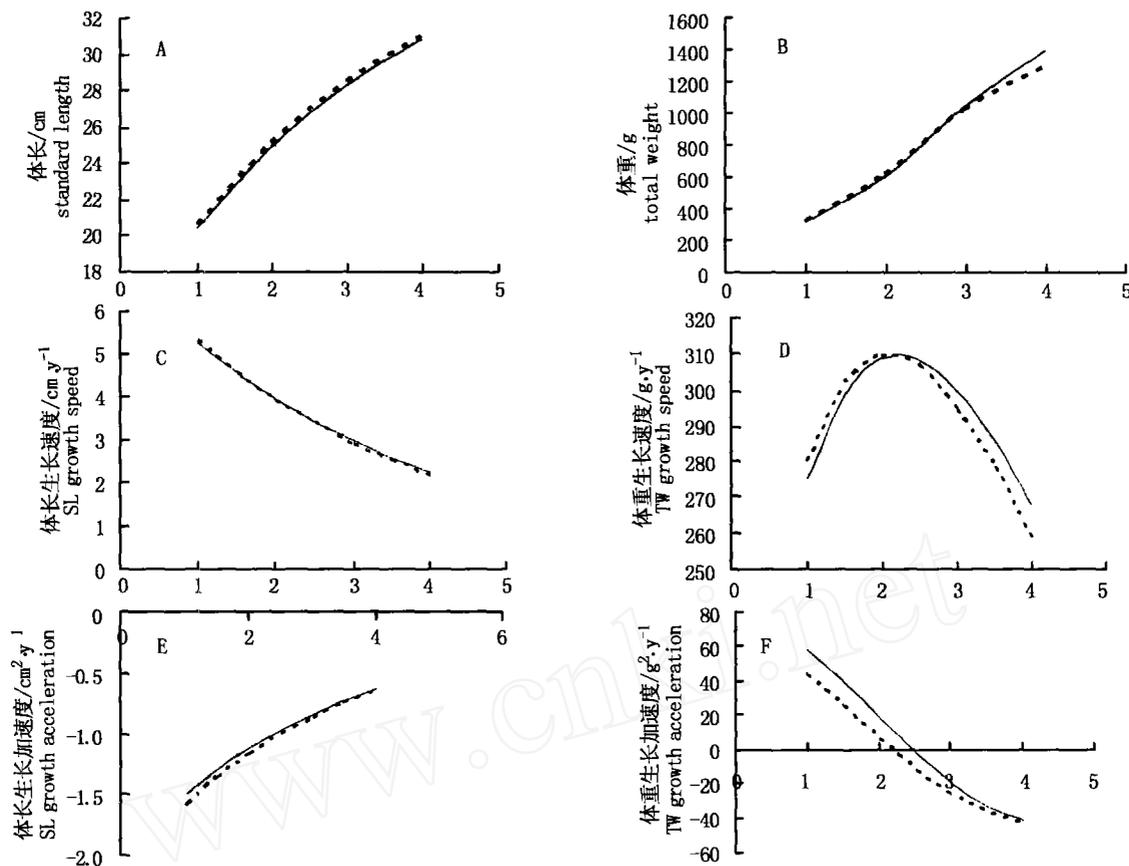


图 2 养殖型暗纹东方鲀生长曲线

Fig.2 Growth curves of captive *T. obscurus*

A:体长生长曲线;B:体重生长曲线;C:体长生长速度曲线;D:体重生长速度曲线;E:体长生长加速度曲线;F:体重生长加速度曲线

A:SL(standard length) growth curve;B:TW(total weight) growth curve;C:SL growth speed curve;

D:BW growth speed curve;E:SL growth acceleration curve;F:TW growth acceleration curve

注:横坐标为时间,单位:年;—表示雌性;.....表示雄性

Notes:x-coordinate is time,unit is year(y);— is female;..... is male

表 4 养殖型暗纹东方鲀肥满度

Tab.4 Fulton coefficients of captive *T. obscurus*

年龄 age	♀	♂	性腺发育不良 gonad develop badly
1	3.62	3.69	—
2	3.91	3.99	—
3	4.51	4.24	4.18
4	4.45	4.25	3.95

### 2.4 胸腹围

从图 3 可看出,雌鱼和雄鱼的腹围变化曲线都呈“S”形曲线,但雄鱼的变化较为平缓,这与体重生

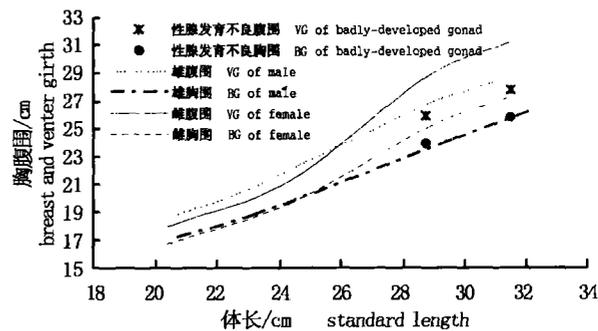


图 3 养殖型暗纹东方鲀胸围生长比较

Fig.3 Comparison of breast girth and venter girth of captive *T. obscurus*

长规律类似。在2.5龄前,雄鱼的腹围明显大于同一体长的雌鱼,2.5龄后则相反。性腺发育不良的3~4龄个体,腹围则明显小于同龄的成熟雌雄个体。

与腹围不同,2龄前雌雄间胸围大小无明显差异,2龄后雌鱼胸围的增长幅度则大于雄鱼,性腺发育不良个体则无明显偏向性。

暗纹东方鲀体型为亚圆筒形,横切面近似圆形,因而可依胸围、腹围推算出其胸径、腹径(表6),计算公式为  $D = L/\pi$ ,表中体长、胸径、腹径相对生长速度指  $g = (L_t + 1 - L_t)/L_t$ 。

对雌雄鱼的体长、胸径、腹径相对生长速度进行相关系数分析(表7)。可见雄鱼的胸腹径相对生长速度与体长相对生长速度存在密切的

相关性;而雌鱼胸腹径与体长的生长速度的相关性差,这个结果与用  $W = aL^b$  拟合体长体重关系式所得的结论是一致的。体长体重关系式中,雄鱼的b值为3.370,雌鱼为3.565,皆偏离3较远,相对而言雄鱼更接近3,表明雄鱼的生长更接近于等距生长<sup>[3]</sup>,即各径向的生长应存在比较密切的相关性。

在本研究中,通过对胸腹径相对生长速度进行分析,证实了这一点,这个结果给b值的生物学解释提供了有力的证据。

同时也看到,雌雄的体长与腹径生长速度的相关性都强于体长与胸径,这可能是与生殖期雌鱼腹围增加有关。

表5 1998年群体养殖暗纹东方鲀肝脏及性腺指标

Tab.5 Data of liver and gonad of captive *T. obscurus* born in 1998

判别指标 differentiation index	样本数 (ind) numbers	体长 (cm) body length	体重 (g) body weight	性别 sex	肝脏 liver		性腺 gonad	
					重量(g) weight	表观 appearance	重量(g) weight	长×宽(cm×cm) (length×width)
腹部饱满,性腺轮廓,触摸柔软 <sup>①</sup>	9	26.7~31.6	675~1125	♀	64.7~107.8	正常,呈蜡黄色,少部分轻微脂肪变性 <sup>a</sup>	75.7~185	左:(8.8~11.0)×(4.2~6.2) 右:(6.8~10.4)×(3.7~4.7)
触摸无性腺感觉 <sup>②</sup>	3	25.9~29.8	650~975	♀	76.8~92.2	脂肪变性 <sup>b</sup>	2.0~4.3	左:(3.1~3.5)×(0.8~1.2) 右:(1.1~1.5)×(0.3~0.5)
性腺轮廓较明显,触摸较硬 <sup>③</sup>	11	26.6~30.9	685~1165	♂	72.1~107.8	正常,呈蜡黄色,少部分轻微脂肪变性 <sup>c</sup>	68.3~164.2	左:(8.6~10.6)×(4.0~5.9) 右:(6.9~9.8)×(3.4~4.3)
外观腹部无轮廓,触摸无性腺感觉 <sup>④</sup>	2	24.9~31.1	645~1025	♂	71.5~102.4	脂肪变性 <sup>d</sup>	1.9~3.4	左:(3.0~5.1)×(0.4~0.9) 右:(1.4~4.2)×(0.3~0.6)

Notes: ①plump belly, obvious and soft gonad; ②hardly felt gonad; ③obvious and hard gonad; ④less plump belly, hardly felt gonad; a. normal, wax yellow, a few with slight hepatization; b. hepatization; c. normal, wax yellow, a few with slight hepatization; d. hepatization

表6 养殖型暗纹东方鲀胸腹围相关数据

Tab.6 Calculated data about breast girth and venter girth of captive *T. obscurus*

年龄 age	雄 鱼 male						雌 鱼 female						性腺发育不良 poorly developed gonad		
	体长 (cm) SL	体长相对 生长速度 RGS of SL	胸径 (cm) BR	胸径相对 生长速度 RGS of BR	腹径 (cm) VR	腹径相对 生长速度 RGS of VR	体长 (cm) SL	体长相对 生长速度 RGS of SL	胸径 (cm) BR	胸径相对 生长速度 RGS of BR	腹径 (cm) VR	腹径相对 生长速度 RGS of VR	体长 (cm) SL	胸径 (cm) BR	腹径 (cm) VR
1	20.69	-	5.39	-	5.92	-	20.56	-	5.37	-	5.76	-	-	-	-
2	24.89	0.20	6.38	0.18	7.25	0.22	24.96	0.21	6.40	0.19	7.05	0.22	-	-	-
3	28.89	0.16	7.53	0.18	8.42	0.16	28.65	0.15	7.99	0.25	9.06	0.29	28.64	7.37	8.07
4	30.98	0.07	8.18	0.09	9.17	0.09	31.03	0.08	8.70	0.09	9.96	0.10	31.23	8.11	8.64

表 7 养殖型暗纹东方鲀腹围相关数据相关性分析  
Tab.7 Correlation analysis on calculated data  
about breast girth and venter girth of captive *T. obscurus*

项 目 item	♂		♀	
	体长与胸径 SL and BR	体长与腹径 SL and VR	体长与胸径 SL and BR	体长与腹径 SL and VR
相关系数 correlation coefficient	0.9538	0.9849	0.6528	0.6584

## 2.5 性腺发育

对于 3~4 龄个体,用手触摸鱼体腹部,性腺发育较好的除触摸到肥大的肝脏外,在腹部后侧能触摸到性腺轮廓,性腺发育不良的个体性腺则不能被触摸到,经解剖发现,这部分鱼性腺体积小(表 7),掩埋在肝脏下,极不易被触摸到。性腺发育不良表现,雌鱼大多卵巢小,但其中的卵细胞仍正常发育,怀卵量不超过 200 粒,也有部分卵巢未发育,仍为白色扁带状,肉眼看不清卵粒,镜检发现初级卵母细胞仍处于小生长期,即卵巢仍处于Ⅱ期;雄鱼大多精巢发育受阻,停留在Ⅱ期,呈肉质细带状,血管不明显。

对于 1998 年群体,样本中性腺发育不良者占到 20%,说明养殖型暗纹东方鲀性腺发育状况比较差,这可能是目前全人工繁殖工作难以获得成功的原因之一。性腺发育不良也导致了这部分个体的体重、肥满度、胸围等指标值明显低于雌雄鱼性征明显的个体(表 3、表 4),这有利于从外观上判断性腺发育的好坏,为挑选亲本提供了依据。

## 2.6 肝脏脂肪变性

解剖 1998 年群体发现,1~2 龄养殖型暗纹东方鲀肝脏为淡灰黄色,且颜色、质地均匀,无杂斑。3~4 龄养殖型暗纹东方鲀肝脏肥大,占据腹腔的 3/5~4/5,性腺 2/3 被肝叶遮盖,正常肝脏颜色较 1~2 龄个体深,30%~40%的 3~4 龄个体肝组织表面散布白色结节,大多分布在肝组织边缘,数量多的白点已连成一片,白色结节触摸感觉发硬;少部分呈黄褐色积水样。初步估计为肝脏脂肪变性,有关这方面的研究有待于作进一步组织学观察。

同时也发现性腺发育不良个体皆伴有不同程度的肝脏脂肪变性现象,这表明肝脏代谢可能与性腺发育有关。已有研究表明:在鱼类、河蟹等的性腺发育后期所需卵黄蛋白来源于肝脏合成的卵黄蛋白原<sup>[9,10]</sup>;而韦东等发现暗纹东方鲀性腺发育所

需能量部分由肝脏提供<sup>[7]</sup>。故养殖型暗纹东方鲀性腺是否能发育成熟与肝脏代谢功能存在一定的关系。

在养殖条件下,暗纹东方鲀饵料营养丰富,同时在家养条件下,暗纹东方鲀活动被限制在狭窄的空间,其能量消耗低,从而引起脂肪累积;到了 3~4 龄,脂肪代谢重要器官的肝脏很容易发生代谢障碍,使得卵黄蛋白原合成效率降低,从而影响性腺的发育,导致了在家养环境中,成熟个体难以最终性成熟,出现性腺发育不良现象,致使雌鱼外观极似雄鱼,俗称“中性化”。

同时也应注意到本研究中有 10%~20%的肝脏脂肪变性个体,性腺仍能正常发育,表明肝脏只是在一定程度上影响性腺最终成熟,并非完全因素。养殖型暗纹东方鲀肝脏影响性腺发育的机理如何,还有待深入研究。

## 3 小结

综上所述,养殖型暗纹东方鲀雌雄鱼体长生长规律相似;2.5 龄前,雄鱼体重增长速度大于雌鱼,2.5 龄后则相反;体长增长速度随年龄的增大而逐渐下降,而体重增长速度在 2 龄前则随年龄的增大而随之增大,2 龄后则随年龄的增大而下降;胸腹围生长规律与体重类似,而且雄鱼的胸腹围生长与体重生长存在密切相关性;养殖型暗纹东方鲀肥满度大于野生型,这是由营养累积引起的,这同时也导致了肝脏脂肪变性和性腺发育不良发生率高,致使目前养殖型暗纹东方鲀的人工繁殖的成功率低,故可从这个角度出发解决全人工繁殖难题。

## 参考文献:

- [1] Jiang Z Q, Qin K J. Age and growth of crucian carp in Dali Lake [J]. Journal of Fisheries of China, 1996, 20(3): 216-222. [姜志强, 秦克静. 达里湖鲫的年龄和生长[J]. 水产学报, 1996, 20

- (3): 216-222.]
- [2] Deng Z L, Yu Z T, Xu Y G, et al. On the age and growth of the main commercial fishes collected from Hanshui River [A]. Transactions of the Chinese Ichthyological Society (No. 1) [C]. Beijing: Science Press, 1981. 97-116. [邓中彝, 余志堂, 许蕴珩, 等. 汉江主要经济鱼类的年龄和生长[A]. 鱼类学论文集(第一辑)[C]. 北京: 科学出版社, 1981. 97-116.]
- [3] Hua Y Y, Hu C L. The biological connotation and the application of the weight-length correlation formula ( $W = bL^a$ ) for fingerlings [A]. Transactions of the Chinese Ichthyological Society (No. 1) [C]. Beijing: Science Press, 1981. 125-132. [华元渝, 胡传林. 鱼种质量与长度相关公式( $W = bL^a$ )的生物学意义及其运用[A]. 鱼类学论文集(第一辑)[C]. 北京: 科学出版社, 1981. 125-132.]
- [4] Chen P M, Zhan B Y. Age and growth of *Thamnaconus septentrionalis* and rational exploitation [J]. Journal of Fishery Sciences of China, 2000, 7(1): 35-40. [陈丕茂, 詹秉义. 绿鳍马面年龄生长与合理利用[J]. 中国水产科学, 2000, 7(1): 35-40.]
- [5] Hua Y Y, Chen Y F, Hu Y L, et al. A study on the sexual identification of *Takifugu obscurus* in reproduction period [J]. Journal of Fisheries of China, 1996, 20(3): 209-215. [华元渝, 陈亚芬, 胡亚丽, 等. 暗纹东方鲀生殖期两性判别的研究[J]. 水产学报, 1996, 20(3): 209-215.]
- [6] Wei Z, Bao C H. Comparative studies on fullness, gonadosomatic and livensomatic indexes of *Fugu obscurus* in different water areas [J]. Journal of Anhui Agricultural University, 1999, 26(4): 427-431. [韦众, 鲍传和. 不同水体河鲀肥满度、性腺和肝脏指数的比较[J]. 安徽农业大学学报, 1999, 26(4): 427-431.]
- [7] Wu Z Q, Qiu S Y. Characters of reproductive biology of six pelagic fishes in Minnan-Taiwan Bank fishing ground [J]. Marine Science Bulletin, 2000, 19(2): 25-29. [吴志强, 丘书院. 闽南-台湾浅滩渔场6种中上层鱼类的生殖生物学特性[J]. 海洋通报, 2000, 19(2): 25-29.]
- [8] Zhu B K, Xie C X. A study on feeding, reproduction, age and growth of dark sleeper *Odontobutis obscura* [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 1999, 23(4): 316-323. [朱邦科, 谢从新. 保安湖沙塘鳢的食性、繁殖、年龄及生长的研究[J]. 水生生物学报, 1999, 23(4): 316-323.]
- [9] Wang A M. Electron microscopic observation on the yolk formation of *Oreochromis mossambicus* [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 1994, 18(1): 26-31. [王爱民. 莫桑比克非鲫卵黄形成的电镜观察[J]. 水生生物学报, 1994, 18(1): 26-31.]
- [10] Du N S, Lai W, Chen P C, et al. Studies on Vitellogenesis of *Eriocheir sinensis* [J]. Acta Zool Sin, 1999, 45(1): 88-92. [堵南山, 赖伟, 陈鹏程, 等. 中华绒螯蟹卵黄形成的研究[J]. 动物学报, 1999, 45(1): 88-92.]