

## 澄湖似刺鲃的年龄和生长特征

徐钢春<sup>1</sup>, 顾若波<sup>1</sup>, 闻海波<sup>1</sup>, 许爱国<sup>2</sup>

(1. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 农业部淡水鱼类遗传育种和养殖生物学重点开放实验室, 江苏 无锡 214081;  
2. 江苏省苏州市水产养殖场有限公司, 江苏 苏州 215127)

**摘要:** 以鳞片作为鉴定年龄的材料, 对澄湖似刺鲃(*Paracanthobrama guichenoti*) 种群开展鳞片与生长特征的研究。结果表明, 似刺鲃年轮环纹呈疏密切割或疏密碎裂型, 年轮特征显著, 偶见幼轮、副轮及生殖痕。种群由1~6龄共6个龄组组成, 2~4龄为优势龄组, 占总数的80.17%, 体长分布范围在14~29.8 cm之间, 集中在19~23 cm(占总数的71.49%), 体质量范围在56~538.1 g之间, 其中体质量为149~242 g的个体占样本总数的67.36%; 群体雌雄比为2.18:1, 在低龄阶段(1~2龄) 雌雄数量基本持平, 雄性略占优势; 从5龄开始, 雌性数量远超出同龄组雄性, 6龄以上基本由雌性构成。各龄组雌、雄生长不存在显著性差异( $P > 0.05$ )。体长与鳞径呈幂函数关系, 体质量和体长的幂函数方程为:  $W = 0.0128L^{3.1587}$ , 幂指数接近3, 属于匀速生长类型, 拟合 Von Bertalanffy 生长方程为:  $L_t = 30.62(1 - e^{-0.1578(t+3.7887)})$ ;  $W_t = 632.49(1 - e^{-0.1578(t+3.7887)})^{3.1587}$ 。渐近体长  $L_{\infty} = 30.62$  cm, 渐近体质量  $W_{\infty} = 632.49$  g, 生长拐点时间  $t = 3.55$  龄, 此时的体长和体质量分别为  $L_t = 20.99$  cm,  $W_t = 192.24$  g。澄湖似刺鲃的总体生长性能优于其他生境种群。[中国水产科学, 2009, 16(3): 307-315]

**关键词:** 澄湖; 似刺鲃; 鳞片; 生长

中图分类号: Q959.4

文献标识码: A

文章编号: 1005-8737-(2009)03-0307-09

澄湖似刺鲃(*Paracanthobrama guichenoti* Bleeker), 隶属鲤形目、鲤科、鲃亚科、似刺鲃属, 俗称石鲫<sup>[1]</sup>, 群体生产力较高, 环境适应性强, 肉质细嫩, 味道鲜美, 已成为备受青睐的经济鱼类。由于其能在静水水体中自然繁殖形成种群, 食性和栖息水层与中国主导养殖种类不同, 因而可开发成养殖对象。

鱼类年龄的正确判断和生长方程的准确描述, 是研究鱼类种群变动规律和资源评估的基础, 在指导渔业生产中有着重要的实际意义。殷名称<sup>[2]</sup>在1979-1989年间对太湖似刺鲃的年龄与生长进行了系统的研究; 常剑波等<sup>[3]</sup>、龚世园等<sup>[4]</sup>也先后报道了网湖似刺鲃种群生长特性。但由于气候条件、水文条件、

鱼类资源组成甚至地理环境等因素的巨大变化显著地影响着似刺鲃的年龄生长与结构, 从而导致了相同或不同生境的似刺鲃种群的生长出现差异。近年来, 随着太湖、昆承湖、同里湖等湖泊自然生态环境的改变和人为滥捕, 导致水域中似刺鲃群体数量急剧减少, 其资源状况令人堪忧。而澄湖由于采取生态养殖管理, 大规格似刺鲃成为其特色品种, 但不容忽视的是其资源量也不断减少<sup>[5]</sup>。因此, 为了综合评估该优良水产种质资源的状况, 并探讨其增殖途径, 本研究对澄湖似刺鲃年龄和生长进行了较为系统的探讨, 以期为似刺鲃资源保护措施的制订及其持续开发利用和增养殖技术研究提供科学依据。

收稿日期: 2008-10-10; 修订日期: 2008-12-08.

基金项目: 中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金资助项目(2007JBF03); 农业部淡水鱼类遗传育种和养殖生物学重点开放实验室开放课题项目(BM2007-08); 中国水产科学研究院淡水生态与健康养殖重点开放实验室开放课题项目(2007FEA0203).

作者简介: 徐钢春(1979-), 男, 硕士, 助理研究员, 主要从事鱼类生理生态学研究. E-mail: xugc@ffrc.cn

通讯作者: 顾若波. Tel: 0510-85552220; E-mail: gurb@ffrc.cn

## 1 材料与方 法

### 1.1 样本采集地点及时间

澄湖(31° 13' N, 120° 49' E)地处江苏省苏州市东郊,西临太湖,北穿吴淞江,与阳澄湖相通。地貌为西北高,东南低,河流大多由西北方向注入湖泊,经东南方向排出,泻入淀山湖,再流进黄浦江。澄湖长10.4 km,最大宽9 km,总面积3 800 hm<sup>2</sup>,容积0.83亿m<sup>3</sup>,水深2~3 m,平均2.18 m。

本研究中似刺鲃采集点位于整个澄湖湖区,捕捞时间为2006年3月-2008年6月,采集工具为底拖网、团网、网簖(迷魂阵)、刺网,共获得242尾。

### 1.2 生长测量与观察

采集时,在活体状态下进行鱼体体长、体质量、体高等可量性状测量,年龄鉴定以鳞片为材料。参考殷名称<sup>[2]</sup>的方法,每尾样本取背鳍起点下方,左侧线上方第3行鳞,自前而后5~10枚。保存于10%福尔马林溶液备用。然后,制成压片:用镊子小心将其取出,再放入4% KOH溶液中浸泡12~20 h,洗去角质蛋白和黏液,用清水漂洗后晾干,夹于载玻片中制成压片。在XTL-3400型解剖镜下,运用DCM300成像系统拍照、测量鳞径(用*R*表示鳞径,从鳞焦中心至后侧区边缘的直线距离,此处年轮清晰,便于确定测量点,图1-a)。

### 1.3 数据计算与处理

生长指标 =  $(\lg L_n - \lg L_{n-1}) \times L_{n-1} / 0.434 3$ ;

年增重率 =  $(W_n - W_{n-1}) / W_{n-1} \times 100$ ;

肥满度系数 =  $W / L^3 \times 100$

式中,  $L_n$ 表示鱼在年龄*n*时的体长, cm;  $W_n$ 为鱼在年龄*n*时的体质量, g;  $L$ 表示鱼的体长, cm;  $W$ 表示鱼体质量, g。

鳞片上年轮的确认和计数采用常规方法<sup>[6-7]</sup>,经过1个生长季节,在鳞片上尚未形成或正在形成年龄标志的0<sup>+</sup>龄被列为1龄鱼;经过2个生长季节,在鳞片上已有1个或正在形成第2个年轮的1<sup>+</sup>龄被列为2龄鱼;依次类推。

体长和体质量的关系式用幂函数 $W=aL^b$ ( $W$ 为体质量,  $L$ 为体长,  $a$ 、 $b$ 均为系数)表示。体长、体质量和年龄的生长规律用Von Bertalanffy方程描述<sup>[8-9]</sup>,运用Ford<sup>[10]</sup>、

Walford方程<sup>[11]</sup>和Beverton法<sup>[12]</sup>求Von Bertalanffy生长方程参数,回归方程的显著性采用*F*检验,运用SPSS11.5、Excel2003和Photoshop7.0软件处理数据与图片。

## 2 结果与分析

### 2.1 澄湖似刺鲃年轮特征

似刺鲃的鳞片较大,前端钝,后端稍尖,近六边形(图1-a)。年轮环纹属于疏密切割型或疏密碎裂型(图1-b、c),前区为疏密碎裂结构,侧区则主要呈切割结构,侧区轮纹清晰易于分辨,便于测量,是年龄鉴定的区域。年轮具有完整连续的特征,在侧区轮纹结构最清晰,在前区也较清晰,后区环片碎裂、特化成疣粒状组织,加上辐射沟的隔断,常造成一定程度的变形,但整体观察,仍可见年轮在后区延伸,形成完整的环状结构。幼轮不太明显且为非普遍存在现象,不存在年轮的疏密、切割特征,仅出现1、2个环片缺失(图1-d);副轮在侧区有2个非常靠近的疏密切割结构,延伸到前区却聚合成1个疏密切割结构,通常外侧的1个为副轮(图1-e);生殖痕见于3龄以上的性成熟个体,出现在正常年轮的内侧密带上,距年轮很近,通常只出现在部分鳞片上(图1-f)。

似刺鲃的年轮形成时间主要集中在4-7月。如表1所示,2月份的样本中没有形成新轮的个体,3、4月份,2~3龄鱼有小部分新轮形成;5、6月份2~5龄鱼新轮都有形成,是年轮形成的高峰期;7月份,2~5龄鱼年轮均已基本形成。高龄鱼个体新轮的形成时间稍滞后于低龄鱼。

### 2.2 澄湖似刺鲃种群组成

似刺鲃渔获物由1~6龄共6个年龄组组成,优势年龄组为2~4龄,占总数的80.17%。5龄以上鱼的数量急剧下降(表2)。在低龄阶段(1~2龄)雌雄数量基本持平,雄性略占优势,从3龄开始,雌性数量超出同龄组雄性,6龄以上基本由雌性构成。图2、图3显示,似刺鲃体长范围在14~29.8 cm,其中体长在19~23 cm的个体占样本总数的71.49%;体质量范围在56~538.1 g,其中体质量在149~242 g的个体占样本总数的67.36%。

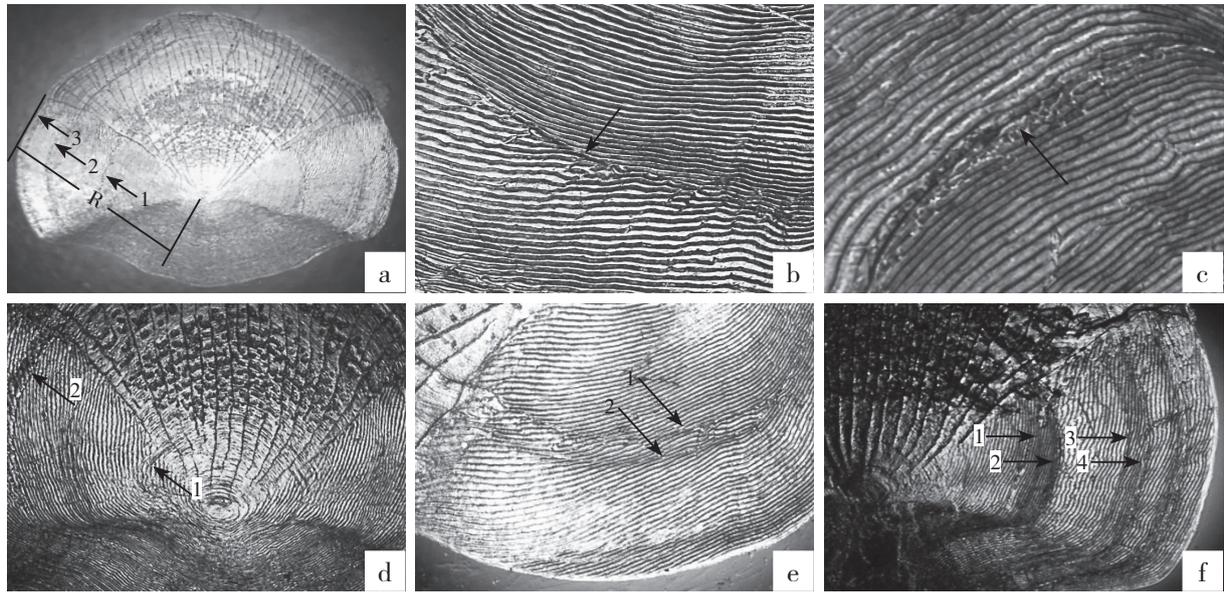


图1 澄湖似刺鲃鳞片形态和年轮

a: 鳞片完整形态, 箭头示年轮, 数字线表示鱼龄数, R为鳞径 ( $\times 10$ ); b, c: 侧区年轮环片特征, 箭头示年轮 ( $\times 30$ ); d: 幼轮, 箭头1为幼轮, 2为年轮 ( $\times 20$ ); e: 副轮, 箭头1为年轮, 2为副轮 ( $\times 20$ ); f: 生殖痕, 1, 3为生殖痕, 2, 4为年轮 ( $\times 20$ ).

Fig. 1 Scale and annual ring of *Paracanthobrama guichenoti* in Lake Changhu

a: Whole scale-the annual rings are indicated by arrows; figures mean year of age; R means scale radius ( $\times 10$ ). b, c: The characteristics of circuits of annual ring from side ( $\times 30$ ). d: Fry check; arrow 1 indicates the fry check and 2 the annual ring ( $\times 20$ ). e: False ring-arrow 1 indicates the annual ring and 2 the false ring ( $\times 20$ ). f: Spawning check-arrows 1 and 2 are spawning checks, arrows 3 and 4 are annual rings ( $\times 20$ ).

表1 澄湖似刺鲃鳞片年轮出现时间

Tab. 1 Appearing age of annual ring on scales in different age-groups of *Paracanthobrama guichenoti* from Lake Chenghu

月份 Month	项目 Item	年龄 Age			
		2	3	4	5
1	取样数 Sample	2	5	1	0
	已形成 Formed	0	0	0	0
	比例/% Ratio	0	0	0	0
3	取样数 Sample	12	15	5	2
	已形成 Formed	4	6	0	0
	比例/% Ratio	33	40	0	0
4	取样数 Sample	12	17	13	6
	已形成 Formed	6	12	3	0
	比例/% Ratio	50	71	23	0
5	取样数 Sample	18	16	15	6
	已形成 Formed	16	14	8	2
	比例/% Ratio	89	88	53	33
6	取样数 Sample	7	8	13	5
	已形成 Formed	7	8	8	3
	比例/% Ratio	100	100	62	60
7	取样数 Sample	4	9	6	2
	已形成 Formed	4	9	5	2
	比例/% Ratio	100	100	83	100
9	取样数 Sample	0	2	1	0
	已形成 Formed	0	2	1	0
	比例/% Ratio	0	100	100	0
12	取样数 Sample	2	7	4	3
	已形成 Formed	2	7	4	3
	比例/% Ratio	100	100	100	100

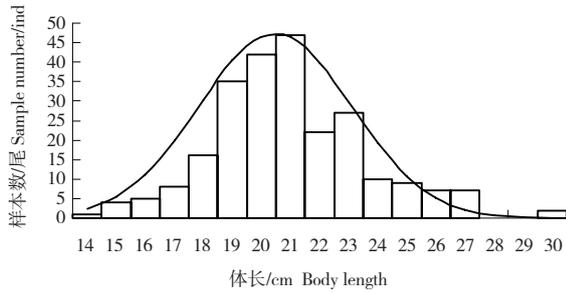


图2 澄湖似刺鲃的体长分布

Fig. 2 Distribution of body length of *Paracanthobrama guichenoti* in Lake Chenghu

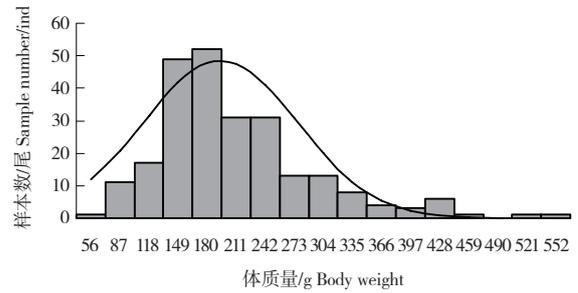


图3 澄湖似刺鲃的体质量分布

Fig. 3 Distribution of body weight of *Paracanthobrama guichenoti* in Lake Chenghu

澄湖似刺鲃群体雌雄性比为2.18:1,实验渔获物中,雌鱼166尾,雄鱼76尾。为检验雌、雄鱼是否存在生长差异,分别统计1~5龄雌、雄鱼的体长、

体质量的两独立样本的t检验的相伴概率,结果显示(表3),1~5龄雌、雄鱼的生长不存在显著差异( $P > 0.05$ )。

表2 澄湖似刺鲃不同年龄组的生长参数

Tab.2 Growth indices of *Paracanthobrama guichenoti* in different age groups from Lake Chenghu

年龄 Age	性别 Sex	n	体长/cm Body length				体质量/g Body weight			
			范围 Range	$\bar{x} \pm SD$	年增长 Annual increases	生长指标 Growth index	范围 Range	$\bar{x} \pm SD$	年增长 Annual increases	年增长率/% Rate of annual growth weight
1	♀	8	14.5 ~ 18.8	16.78 ± 1.64	16.78	—	57.1 ~ 139.2	94.43 ± 31.72	94.43	—
	♂	11	14.2 ~ 20.6	17.68 ± 2.12	17.68	—	56 ~ 160.5	105.42 ± 34.82	105.42	—
2	♀	27	14.7 ~ 22.9	19.62 ± 1.86	2.84	2.6234	63.8 ~ 291.6	161.15 ± 49.32	66.72	70.66
	♂	30	16.0 ~ 21.1	18.92 ± 1.34	1.24	1.1977	71.6 ~ 191.9	137.74 ± 31.31	32.32	30.66
3	♀	54	17.6 ~ 23.6	20.13 ± 1.32	0.51	0.5034	119.2 ~ 257.2	172.51 ± 33.11	11.36	7.05
	♂	25	16.2 ~ 23.5	19.93 ± 2.07	1.01	0.9849	82.6 ~ 276.0	167.12 ± 53.06	29.38	21.33
4	♀	53	17.7 ~ 26.8	22.26 ± 1.93	2.13	2.0267	126.8 ~ 421.7	243.91 ± 66.97	71.40	41.39
	♂	5	21.0 ~ 26.5	22.98 ± 2.07	3.05	2.8383	178.5 ~ 319.3	236.22 ± 51.29	69.10	41.35
5	♀	19	20.4 ~ 29.4	24.27 ± 2.38	2.01	1.9256	166.4 ~ 505.0	316.22 ± 100.16	72.31	29.65
	♂	5	21.5 ~ 27.1	23.20 ± 2.27	0.22	0.2163	201.1 ~ 403.4	264.46 ± 81.30	28.24	11.95
6	♀	5	20.7 ~ 29.8	24.60 ± 3.59	0.33	0.3261	215.5 ~ 538.1	324.46 ± 131.36	8.24	2.61
	♂	0								

表3 澄湖似刺鲃各年龄组雌雄样本t检验相伴概率

Tab.3 Independent samples t-test significance probability of different age groups in Lake Chenghu

指标 Item	年龄 Age				
	1	2	3	4	5
体长 Body length	0.328	0.102	0.612	0.429	0.471
体质量 Body weight	0.491	0.061	0.583	0.804	0.374

注: 显著性水平为0.05.

Note: Significant level is at 0.05.

### 2.3 似刺鲃种群生长特征

**2.3.1 似刺鲃鳞片的生长特征** 似刺鲃不同年龄组的鳞径见表4。在6龄内鳞径与生长时间(年龄)呈线性关系,其回归方程 $R=0.3515t+3.5035$  ( $n=242$ ,  $R^2=0.985$ )。随着似刺鲃的生长,鳞径也会逐渐增大,体长与鳞径呈幂函数关系(图4),其回归方程为 $L=7.1822R^{0.7338}$  ( $n=242$ ,  $R^2=0.7422$ ),经 $F$ 检验,回归极显著( $P < 0.01$ )。

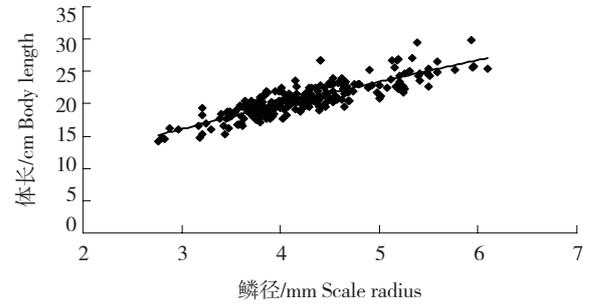


图4 澄湖似刺鲃鳞径与体长的关系  
Fig. 4 Relationship between scale radius and body length of *Paracanthobrama guichenoti* in Lake Chenghu

表4 澄湖似刺鲃不同年龄组的鳞径

Tab. 4 Scale radius in different age groups of *Paracanthobrama guichenoti* from Lake Chenghu

项目 Item	年龄 Years of age					
	1	2	3	4	5	6
样本数/n Sample	19	57	79	59	23	5
鳞径/mm Scale radius	3.54±0.40	3.87±0.47	4.06±0.42	4.62±0.50	5.05±0.61	4.70±0.18
范围/mm Range	2.81~4.40	2.76~5.02	3.20~5.59	3.64~5.77	3.74~6.09	4.56~4.90

**2.3.2 似刺鲃的生长特征** 根据体质量、体长作散点图,从点图上分析,体质量 $W$ 与体长 $L$ 呈幂函数关系(图5),其回归方程为 $W=0.0128L^{3.1587}$  ( $n=242$ ,  $R^2=0.9494$ ),经 $F$ 检验,回归极显著( $P < 0.01$ )。

似刺鲃体长与体质量的关系式中 $b=3.1587$ ,

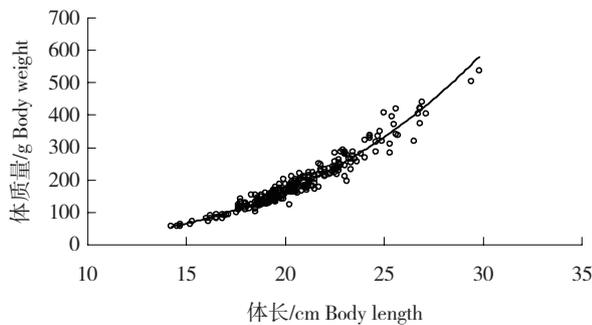


图5 澄湖似刺鲃鳞径与体长的关系

Fig.5 Relationship between scale radius and body length of *Paracanthobrama guichenoti* in Lake Chenghu

根据Ford<sup>[10]</sup>、Walford方程<sup>[11]</sup>和Beverton法<sup>[12]</sup>求生长方程参数,得到似刺鲃体长、体质量生长方程分别为:

$$L_t = 30.62 (1 - e^{-0.1578(t+3.7887)})$$

$$W_t = 632.49 (1 - e^{-0.1578(t+3.7887)})^{3.1587}$$

接近3,表明似刺鲃体质量与体长的立方基本呈正比关系,其生长属于匀速生长型。似刺鲃的体长Walford图中(图6), $L_{t+1}$ 与 $L_t$ 之间有极显著的直线关系( $L_{t+1}=0.854L_t+4.471$ ,  $R^2=0.9176$ ),因此可用Von Bertalanffy方程描述似刺鲃的生长特征。

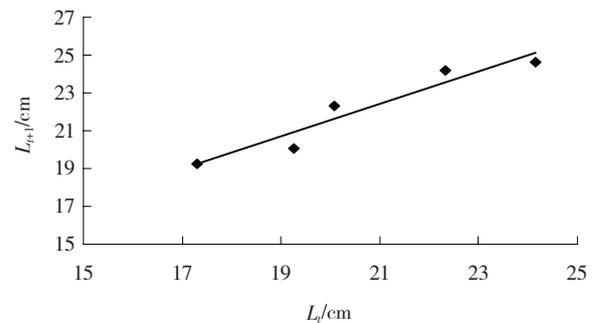


图6 澄湖似刺鲃的体长( $L_t$ ) Walford图

Fig.6 Body length ( $L_t$ ) walford growth curve of *Paracanthobrama guichenoti* in Lake Chenghu

上述方程经 $F$ 检验,其回归是极显著的( $P < 0.01$ ),可以描述体长、体质量随年龄生长的变化情况。

为了研究生长随时间的变化特征,分别对生长方程求一阶、二阶导数,得出体长、体质量的生长速度和加速度方程。

体长生长速度 (dL/dt) 方程:

$$dL/dt = 4.83 e^{-0.1578(t+3.7887)}$$

体质量生长速度 (dW/dt) 方程:

$$dW/dt = 315.26 e^{-0.1578(t+3.7887)} \times (1 - e^{-0.1578(t+3.7887)})^{2.1587}$$

体长生长加速度 (d<sup>2</sup>L/dt<sup>2</sup>) 方程:

$$d^2L/dt^2 = -0.76 e^{-0.1578(t+3.7887)}$$

体质量生长加速度 (d<sup>2</sup>W/dt<sup>2</sup>) 方程:

$$d^2W/dt^2 = 49.75 e^{-0.1578(t+3.7887)} \times (1 - e^{-0.1578(t+3.7887)})^{1.1587} \times (3.1587 e^{-0.1578(t+3.7887)} - 1)$$

通过以上方程可分别做出体长、体质量的生长

速度曲线(图7-C、D)和生长加速度曲线(图7-E、F)。

图7-A是似刺鳊体长生长曲线,虽然2~3龄段生长速度略有减缓,但该曲线不存在拐点,逐渐趋向于渐近体长;图7-B是似刺鳊体质量生长曲线,呈不规则“S”形,体质量生长先呈变加速趋势,在拐点处增长速度最大,其后生长速度逐渐下降并趋于渐近体质量。根据体质量生长加速度方程,可得出似刺鳊生长拐点时间t=3.55龄, W=192.24 g,表明在4龄前体质量生长加速度较快。

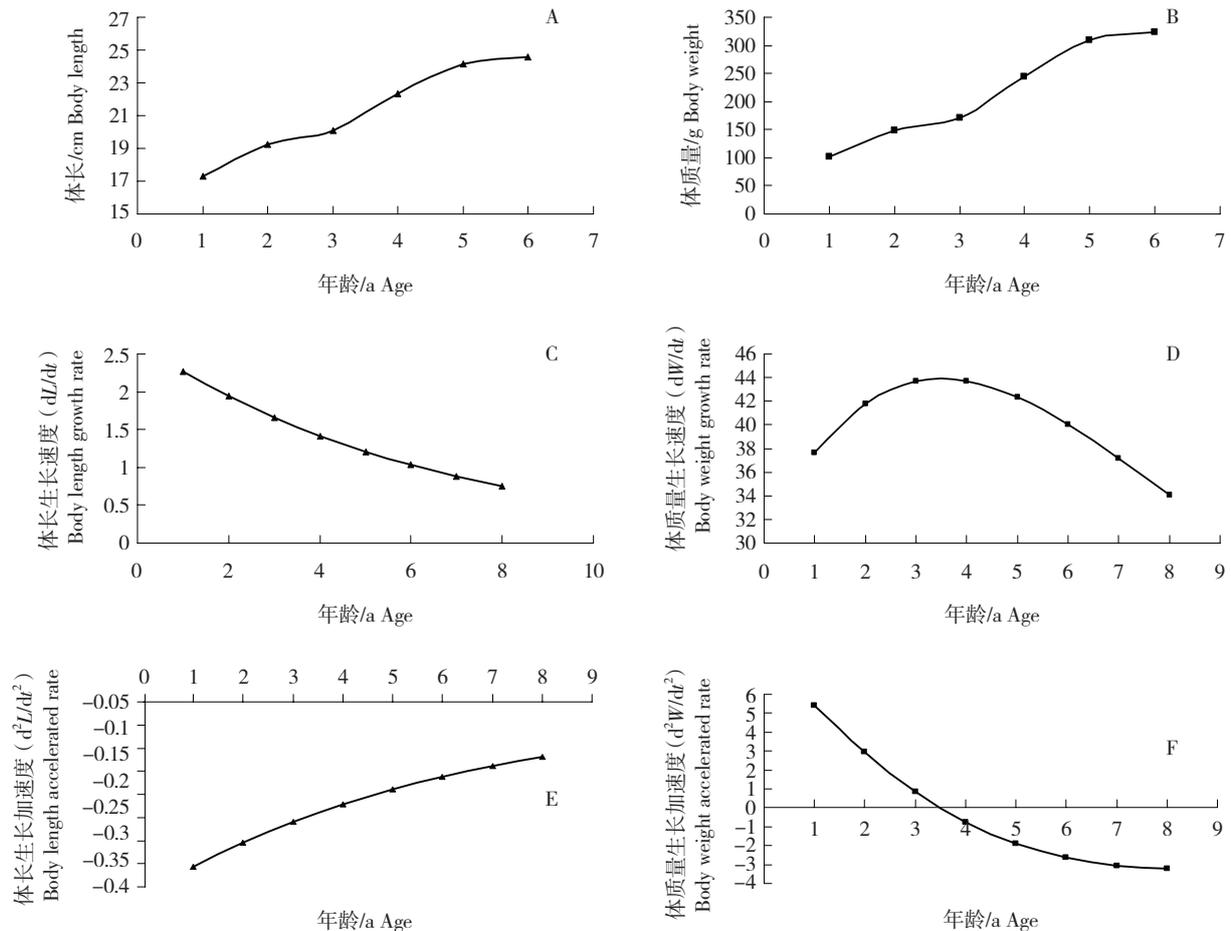


图7 澄湖似刺鳊的生长曲线

A-体长生长; B-体质量生长; C-体长生长速度; D-体质量生长速度; E-体长生长加速度; F-体质量生长加速度

Fig.7 Growth curves of *Paracanthobrama guichenoti* from Lake Chenghu

A, C & E: body length growth, growth speed and accelerated rate curve; B, D & F: body weight growth, growth speed and accelerated rate curve

## 2.4 肥满度

肥满度一般采用肥满度系数衡量,指鱼体质量的增长程度。结果显示(表5),似刺鲃的肥满度随年龄的增长而增加,4龄以上增值趋于稳定且略有

下降。2~5龄鱼在春季繁殖期产卵前最高,繁殖过后最低,各龄鱼肥满度在夏、秋季逐步回升,冬季趋于稳定略有下降。

表5 澄湖似刺鲃不同年龄组的肥满度季节变化  
Tab.5 Fullness of *Paracanthobrama guichenoti* from Lake Chenghu in different age groups

年龄 Age	月份 Month				
	1-3	4-5	6	7-9	10-12
1	1.95	--	--	1.81	1.86
2	2.10	2.12	1.89	1.98	1.97
3	2.16	2.18	1.93	2.03	2.02
4	2.25	2.29	1.98	2.11	2.10
5	2.22	2.25	1.98	2.09	2.08
6	--	2.17	--	--	2.07

## 3 讨论

### 3.1 澄湖似刺鲃的资源量变动及个体生长差异

澄湖似刺鲃的捕捞数量随季节变化而不同,3-5月、12月-翌年1月数量较多,这一阶段是繁殖和越冬时间,似刺鲃平时在底层活动,由于繁殖发情和越冬索饵活动成为网簰的渔获物;其他月份则基本不能形成产量。此外,本研究中由于部分当年鱼和1龄鱼个体尚未进入渔具选择范围和捕大留小的捕捞原则,使得样本体长集中在19~23 cm间。

同一种群,因种群密度、饵料生物等因子的变动都会影响着种群的生长<sup>[13]</sup>,澄湖似刺鲃样本各年龄组体长、体质量有较大的变化幅度,个体之间生长不均匀,差异显著,这是澄湖似刺鲃种群特征之一。经过2个生长季节的2龄澄湖似刺鲃体长范围为14.7~22.9 cm,平均体长为(19.26±1.63) cm;体质量范围为63.8~291.6 g,均值为(148.83±42.14) g;显著高于网湖种群的体长16.84 cm、体质量84.96 g<sup>[4]</sup>;为太湖种群(体长11.43 cm、体质量28.55 g<sup>[2]</sup>)的若干倍;与张小谷等<sup>[14]</sup>对鄱阳湖红鳍原鲃种群的研究结果相似。这可能与水体中饵料的丰度及捕捞管理密切相关,而且仔幼鱼期间饵料丰度的变化将决定着似刺鲃个体规格。澄湖似刺鲃个体在前4龄为生长速度递增阶段,尤其以1~2龄段生长最快,相

比之下,3~4龄生长递增速度则稍慢。2~3龄的生长速度的下降吻合于性成熟理论<sup>[15]</sup>,造成性成熟后还存在3~4龄的一个快速增长阶段的因素有待进一步探索。

### 3.2 澄湖似刺鲃生长性能

鱼类的生长是由其遗传型所决定的生长潜能与其生长过程中所遇到的各种环境条件之间相互作用的结果,同一物种不同种群的生长也随该种群的地理分布而异<sup>[8,16]</sup>。不同水域中的环境因子诸如饵料生物、水温、捕捞压力和种间竞争压力的不同,不同种群的鱼类生长参数会存在一定差异<sup>[17]</sup>。将澄湖似刺鲃的有关生长参数与太湖<sup>[2]</sup>、网湖<sup>[3-4]</sup>种群进行了比较,结果如表6所示。相对于其他生境(太湖与网湖)的似刺鲃,澄湖的体质量生长拐点出现的年龄较大,生长周期较长,而渐近体长和渐近体质量均大于其他2种生境的似刺鲃,总体生长性能优于其他生境的种群,这种差异和饵料生物的多寡,以及与其他鱼类的竞争有关,与谢从新等<sup>[3]</sup>的观点一致,Bembo的研究结果还显示,亚东鲑在主河流与支流之间的个体体长也存在差异<sup>[18]</sup>。但总体生长性能稍逊于同属鲃亚科的花鲢<sup>[19]</sup>(生长拐点年龄为2.2龄,拐点体长为23.42 cm,拐点体质量为236.8 g,渐近体长 $L_{\infty}$ 为33.14 cm,渐近体质量 $W_{\infty}$ 为776.1 g)。

表6 不同生境似刺鲃生长参数比较  
Tab.6 Growth indices among different habitats in *Paracanthobrama guichenoti*

生境 Habitat	生长比率/b Growth ratio	拐点年龄 $t_i/a$ Inflection point age	拐点体长 $L_i/cm$ Body length at $t_i$ point	拐点体质量 $W_i/g$ Body weight at $t_i$ point	渐近体长 $L_\infty/cm$ Maximum body length	渐近体质量 $W_\infty/g$ Maximum body weight
太湖 <sup>[2]</sup> Lake Taihu	3.1273	2.87	16.50	96.80	24.24	322.63
网湖 <sup>[3]</sup> Lake Wanghu	3.1012	2.32	17.26	94.32	25.44	314.00
网湖 <sup>[4]</sup> Lake Wanghu	2.8754	1	16.42	82.82	25.01	277.89
澄湖 Lake Chenghu	3.1587	3.55	20.99	192.24	30.62	632.49

### 3.3 澄湖似刺鲃的资源与保护

据文献资料记载,在20世纪60-70年代似刺鲃分布的水域较广,中国长江中、下游干流及附属湖泊(太湖、鄱阳湖、洪湖等)均有一定量的分布<sup>[20]</sup>。但根据本研究所近几年的调查,目前该物种只有澄湖、同里湖还能形成产量,其他河流湖泊已难觅踪影。其原因可归结为:1)长江、太湖等水域近年来人为滥捕及生态环境改变,其资源量已受到严重破坏。2)澄湖采取生态养殖,大力推进无污染的大水面高效渔业,不投喂饲料,水质改善,较好地保护了自然水域环境<sup>[5,21]</sup>。3)虽然大部分时间内都有渔船在澄湖进行捕捞作业,但网具和网目都有严格限制,坚持捕大留小,在摸清似刺鲃产卵习性的基础上有意识地在繁殖季节保护产卵场,这为澄湖似刺鲃的资源恢复提供了保障。

澄湖似刺鲃拐点年龄为3.55龄,其性成熟年龄是2~3龄,拐点年龄远大于性成熟年龄,与武昌南湖花鲢<sup>[19]</sup>、南湾鲫<sup>[22]</sup>的生长特征相似。因此,为了保护该优良资源,提高渔获量,建议以体长大于21 cm、体质量大于190 g作为该鱼的起捕规格为宜。由于似刺鲃主要在4-5月繁殖,建议4月上旬至5月下旬作为似刺鲃的禁渔期,以减少捕捞压力;另一方面应该积极开展似刺鲃的人工增养殖技术研究,实现人工增殖放流。

#### 参考文献:

[1] 倪勇,朱成德.太湖鱼类志[M].上海:上海科学技术出版社,2005:139-142.

[2] 殷名称.太湖似刺鲃年龄和生长的研究[J].生态学报,1993,13(1):38-44.

[3] 常剑波,孙建勋,段中华,等.网湖似刺鲃种群生长和死亡率研究[J].水生生物学报,1994,18(3):230-239.

[4] 龚世园,宋智修,胡新建,等.网湖似刺鲃年龄与生长的研究[J].湖泊科学,1996,8(3):253-259.

[5] 嵇元,孙宁华,蔡晓臻.苏州澄湖鱼为啥这般“牛”[N].新华日报,2008-4-8(A07).

[6] 张觉明,何志辉.内陆水域渔业自然资源调查手册[M].北京:农业出版社,1991:260-284.

[7] 豪富华,陈毅峰,唐卫星,等.亚东鲑的年龄与生长的研究[J].水生生物学报,2007,31(5):731-737.

[8] 殷名称.鱼类生态学[M].北京:中国农业出版社,1993:14-62.

[9] 里克 W E,费鸿年译.鱼类种群生物统计量的计算与解析[M].北京:科学出版社,1984:153-161.

[10] Ford E. An account of the herring investigations conducted at Plymouth during the years from 1924-1933 [J]. J Mar Biol Assoc U.K., 1933,19:305-384.

[11] Walford L A. A new graphic method of describing the growth of animals [J]. Biol Bull, 1946,90(2):141-147.

[12] Beverton R J H. Some observations on the principles of fishery regulation [J]. J Cons Int Explor Met, 1953,19:56-68.

[13] 张其永,李福振,杜金瑞.厦门杏林湾鲢鱼年龄和生长的研究[J].水产学报,1981,5(2):121-131.

[14] 张小谷,曹烈,刘继叶,等.鄱阳湖红鳍原鲃(*Cultrichthys erythropterus* Basilewsky)的生长式型[J].南昌大学学报:理科版,2008,32(1):70-74.

[15] Douglas A V, Churchill B G, Kathy L L, et al. Age and growth of king and Spanish mackerel larvae and juveniles from the gulf of mexico and U S south atlantic bight [J]. Enviroment Biol Fish, 1990, 29(2):135-143.

[16] 李加儿,区又君,王仕宏,等.珠江口东岸池养鲮鱼的年龄与生长

- [J]. 热带海洋, 1996, 15 (4): 31–37.
- [17] 李秀启, 陈毅峰, 李莹. 抚仙湖外来黄颡鱼种群的年龄和生长特征[J]. 动物学报, 2006, 52 (2): 263–271.
- [18] Bembo D G, Beverton R J H, Weightman A J, et al. Distribution, growth and movement of River Usk brown trout (*Salmo trutta*)[J]. Fish Biol, 1993, 43: 45–52.
- [19] 谢从新, 龚世园, 杨治国, 等. 武昌南湖花鲢的生长研究[J]. 海洋与湖沼, 1988, 19 (3): 225–231.
- [20] 伍献文主编. 中国鲤科鱼类志: 下卷 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1977: 451–452.
- [21] 王志林, 陈祖培, 许爱国, 等. 苏州澄湖渔业资源调查及综合开发思路[J]. 内陆水产, 2003, 28 (3): 34–35.
- [22] 李红敬, 李坤陶, 储张杰. 南湾鲫鱼年龄与生长的研究[J]. 信阳师范学院学报: 自然科学版, 2006, 19 (2): 188–190.

## Age and growth characteristics of *Paracanthobrama guichenoti* in Lake Chenghu

XU Gang-chun<sup>1</sup>, GU Ruo-bo<sup>1</sup>, WEN Hai-bo<sup>1</sup>, XU Ai-guo<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory of Genetic Breeding and Aquaculture Biology of Freshwater Fishes, Ministry of Agriculture; Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, China; 2. Suzhou Aquaculture Farm Co., Ltd., Suzhou 215127, China)

**Abstract:** In the present study, the characteristics of scale and growth were studied for age identification from 242 *Paracanthobrama guichenoti* specimens in Lake Cheng. The results indicated that annual-ring feature showed significantly and belonged to the incision or sparse-thick type, while the fry check, false ring and spawning check can be observed occasionally. The stock of *Paracanthobrama guichenoti* has a relatively complex age structure which contains 6 age classes ranging from 1 to 6. The preponderant age classes are 2–4 years old, making up 80.17% of the total and body length range is 14–29.8 cm, mainly between 19cm and 23 cm (71.49%). The body weight ranged from 56 g to 538.1 g of which mainly are between 149 g and 242 g (67.36%) and the total sex ratio ( $\text{♀} : \text{♂}$ ) of stock is 2.18 : 1. In the groups of 1–2 years old, the number of males and females are approximately the same, with the preponderance of males. However, from 5-year-old group onward, the number of females began to outweigh that of males. The 6-year-old group are mostly females. No significant difference in growth was observed between males and females from those age classes. The regression equation between squama radius and the body length is  $W=0.012 8L^{3.158 7}$ , and power exponent is 3, which belonged to the type of smooth growth. It also can be described by the Von Bertalanffy growth equation  $L_t=30.62(1-e^{-0.157 8(t+3.788 7)})$  and  $W_t=632.49(1-e^{-0.157 8(t+3.788 7)})^{3.158 7}$ . The growth parameters of  $L_\infty$  and  $W_\infty$  have been estimated to be 30.62 cm and 632.49 g, respectively and the growth inflexion point is  $t=3.55$ , body length and weight is 20.99 cm and 192.24 g. The results of the present study indicated that *Paracanthobrama guichenoti* specimen is preponderant in growth. [Journal of Fishery Sciences of China, 2009, 16 (3): 307–315]

**Key words:** Lake Chenghu; *Paracanthobrama guichenoti*; scale; growth

**Corresponding author:** GU Ruo-bo. E-mail: gurb@ffrc.cn