

# 中华鲢鲇年龄鉴定及生长特征

阴双雨<sup>①②</sup> 刘明典<sup>②③</sup> 田辉伍<sup>②③</sup> 邓华堂<sup>②</sup> 金菊<sup>①②</sup> 刘绍平<sup>②\*</sup>

①华中农业大学水产学院 武汉 430070; ②中国水产科学研究院长江水产研究所 荆州 434000;

③西南大学生命科学学院 重庆 400715

**摘要:**对2009~2010年采自澜沧江下游的188尾中华鲢鲇(*Clupisoma sinensis*)进行了年龄与生长的研究。采用耳石、脊椎骨、鳃盖骨、胸鳍棘4种材料对全部样本进行年龄鉴定,耳石年龄鉴定最为准确,4~5月是年轮形成高峰期。渔获种群由1~6龄共6个龄组组成,以1~4龄个体为主。体长与耳石半径呈线性函数关系。体长与体重呈幂函数关系且幂指数接近3,属于匀速生长类型。采用Von Bertalanffy生长方程描述中华鲢鲇的生长特性。中华鲢鲇肥满度随年龄增长逐步升高,在3龄形成高峰。综合中华鲢鲇性成熟系数的变化状况分析中华鲢鲇繁殖期应处于4~8月期间。

**关键词:**中华鲢鲇; 年轮特征; 年龄; 生长; 澜沧江

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2011)02-12-10

## Age Discrimination and Growth Characteristics of *Clupisoma sinensis* in Lancang River

YIN Shuang-Yu<sup>①②</sup> LIU Ming-Dian<sup>②③</sup> TIAN Hui-Wu<sup>②③</sup> DENG Hua-Tang<sup>②</sup>

JIN Ju<sup>①②</sup> LIU Shao-Ping<sup>②\*</sup>

①College of Fisheries, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070;

②Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Jingzhou 434000;

③College of Life Science, Southwest University, Chongqing 400715, China

**Abstract:** A total of 188 specimens of *Clupisoma sinensis* were collected from down-stream area of Lancang River during the period from 2009 to 2010. The age discrimination and growth characteristics of *C. sinensis* were studied by four determination materials, otoliths, pectoral-fins, vertebra and opercula, the otoliths is the best one in age determination. The age structure of *C. sinensis* is aged into 6 age groups and fishes with age 1 to 4 year olds form the major proportion of the 188 specimens. New annual ring is formed before May each year. The body length and otolith radius show a relation of liner function. The relationship between body length and weight of the *C. sinensis* is also expressed by power function where the exponent was close to 3. Growth of *C. sinensis* is with constant speed style which was described with Von Bertalanffy equation. Fullness of *C. sinensis* increases gradually with age and reaches peak in 3 years old. The reproductive season of *C. sinensis* was April to August.

**Key words:** *Clupisoma sinensis*; Annuli characters; Age; Growth; Lancang River

基金项目 公益性行业科研专项经费项目(No. 200903048);

\* 通讯作者, E-mail: lsp@yfi.ac.cn;

第一作者介绍 阴双雨,男,硕士研究生;研究方向:渔业资源;E-mail: 20021963@sina.com。

收稿日期:2010-09-06,修回日期:2010-12-28

中华鲱鲂 (*Clupisoma sinensis*) 隶属于鲂形目 (Siluriformes) 锡伯鲂科 (Schilbidae) 鲱鲂属, 主要分布于澜沧江-湄公河水系中, 马来西亚亦有分布<sup>[1]</sup>。澜沧江-湄公河横跨寒、温、热三带, 生物分化十分强烈, 是世界上生物多样性最丰富的地区之一, 也是 21 世纪国际、国内重点开发地区之一, 水生生物尤其是鱼类资源的保护和持续利用与湄公河水资源的充分利用是一引人瞩目的大课题<sup>[2]</sup>。

近年来, 由于社会经济发展的需要, 澜沧江主干河道已兴建多处大型水电站, 导致水域生态环境发生剧变, 加上过度捕捞、水体污染等其他影响, 势必对澜沧江鱼类资源产生影响<sup>[2]</sup>。中华鲱鲂为澜沧江下游主要经济鱼类之一, 关于中华鲱鲂的生物学研究, 鲜有报道。本文对

中华鲱鲂年龄与生长进行研究, 了解其不同年龄阶段的生长状况, 以期对中华鲱鲂资源的合理利用提供科学依据。

## 1 材料与方法

**1.1 材料收集** 2009 年 4 月、8 ~ 10 月, 2010 年 1 月、4 月, 于澜沧江下游以及支流罗梭江 (图 1) 以向渔民收购为主的方式收集中华鲱鲂样本共 188 尾, 渔获物主要以流刺网捕获。所有样本在鲜活状态下进行常规的生物学测量, 长度精确到 0.1 cm, 重量精确到 0.1 g。选取耳石、脊柱骨、胸鳍棘、鳃盖骨作为年龄鉴定材料。肉眼辨别性别, 获取性腺材料称重后置于 Bouin's 液中保存。

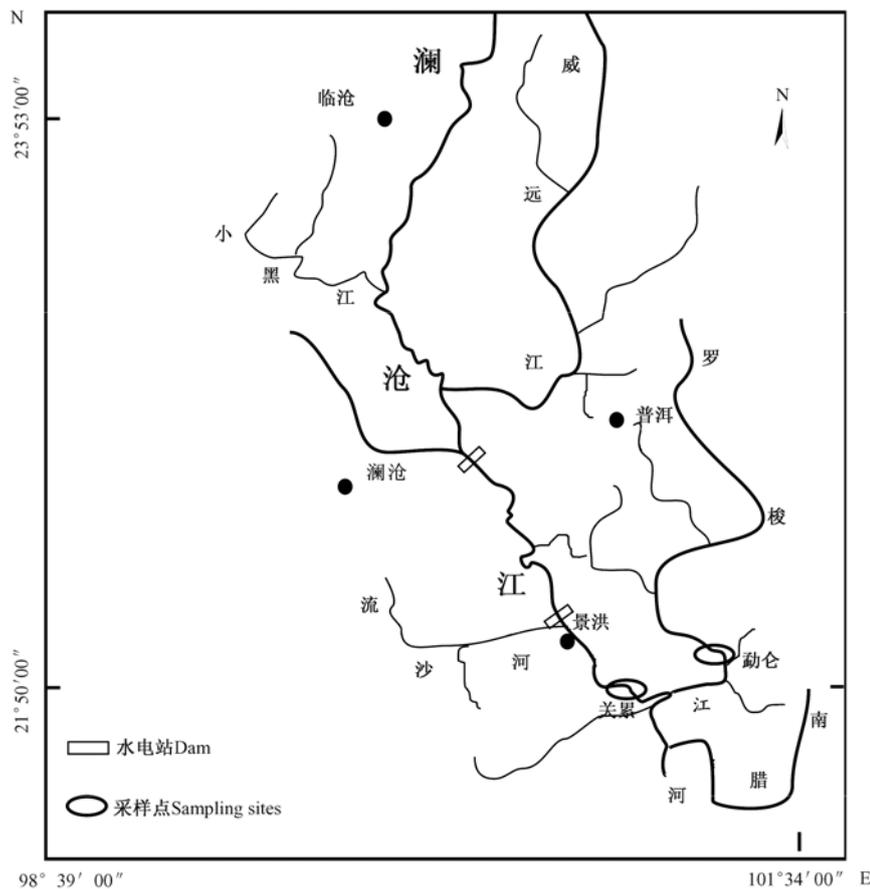


图 1 中华鲱鲂采样点分布

Fig. 1 Sample sites for *Clupisoma sinensis*

**1.2 年龄材料的处理** 脊椎骨:取颅后椎第3~10枚脊椎骨,置于2%氢氧化钠溶液中,放入烘箱中(40℃)加热,去除表面肌肉组织后取出、拆节、烘干,然后置于乙醚溶液中(脱脂),最后置于盛有二甲苯液的培养皿中于解剖镜下观察、拍照。耳石:本实验所取耳石为微耳石,微耳石去除附着物后用无水乙醇清洗晾干,滴加适量中性树胶固定于载玻片上,烘干后以2 000#砂纸粗磨,并随时在解剖镜下观察,近磨至微耳石生长中心时换5 000#砂纸精磨,然后换另一面打磨,打磨好的微耳石磨片经二甲苯透明和中性树胶封片后烘干,微耳石装片置于Olympus显微镜下拍照,借助耳石轮纹测量系统(otolith daily ring measurement system, Ratoc System Engineering Co, Ltd)测量耳石半径。胸鳍棘:用3%硝酸脱钙,用简化的石蜡切片法制作<sup>[3]</sup>,加拿大树胶封片,置于Olympus显微镜下拍照。鳃盖骨:将鳃盖骨在1% NaOH溶液中煮沸5~10 min,刷洗干净,晾干后直接在解剖镜下观察。

**1.3 统计方法** 对不同年龄材料的年轮数均进行两次判读,两次判读间隔一个月。如果两次的读数相同,表示其结果是可取的;如果读取结果有差异,则进行第三次判读,以两次相同的读数作为年轮数;如果3次的读数都不相同,则认定其年龄是不确定的,年龄不确定的样本不纳入统计分析中。以年龄鉴定材料耳石边缘亮带或宽纹的出现(透射光下)作为新年轮形成的标志。

体长退算:对体长 $L$ (cm)与实测耳石半径 $R$ (cm)进行拟合,通过相关系数选取最佳的体长退算方程。

体长与体重关系方程: $W = aL^b$ <sup>[4]</sup>,式中, $W$ 为体重(g), $L$ 为体长(cm), $a$ 为常数, $b$ 表示指数。

Von Bertalanfy 生长方程: $L_t = L_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})$ ;  $W_t = W_{\infty} (1 - e^{-k(t-t_0)})^b$ <sup>[5]</sup>, $t$ 表示年龄, $L_{\infty}$ 为平均渐进体长, $W_{\infty}$ 为平均渐进体重, $L_t$ 为 $t$ 龄时的平均体长, $W_t$ 为 $t$ 龄时的平均体重, $k$ 为生长系数, $t_0$ 为假设的理论生长起点年龄。

体长生长速度( $dL/dt$ )方程:

$$dL/dt = L_{\infty} k e^{-k(t-t_0)};$$

体重生长速度( $dW/dt$ )方程:

$$dW/dt = bW_{\infty} k e^{-k(t-t_0)} (1 - e^{-k(t-t_0)})^{b-1};$$

体长加速度方程:

$$d^2L/d^2t = -L_{\infty} k^2 e^{-k(t-t_0)};$$

体重加速度方程:

$$d^2W/d^2t = bW_{\infty} k^2 e^{-k(t-t_0)}$$

$$(1 - e^{-k(t-t_0)})^{b-2} (be^{-k(t-t_0)} - 1)。$$

肥满度: $K = 100(W/L^3)$ ,式中, $W$ 为体重(g), $L$ 为体长(cm), $K$ 为肥满度(%)。

阶段生长指标由各年龄的平均退算体长求得,有关计算公式如下:年增长量 =  $V_2 - V_1$ ;年相对增长量 =  $(V_2 - V_1)/V_1 \times 100\%$ ;生长比速 =  $\ln V_2 - \ln V_1$ ;生长常数 =  $(\ln V_2 - \ln V_1)/(t_2 + t_1)/2$ ;生长指标 =  $(\ln V_2 - \ln V_1)/V_1$ ,式中, $V_1$ 和 $V_2$ 分别对应相邻年龄 $t_1$ 、 $t_2$ 的体长 $L_1$ 、 $L_2$ 或者体重 $W_1$ 、 $W_2$ 。

所有数据用Microsoft Excel 2003记录,使用Photoshop 12.0软件进行图像处理,用Statistics 6.0统计软件进行数据分析处理。

## 2 结果

**2.1 年轮特征** 中华鲱鲈微耳石略呈月牙形,一面凸起,一面微凹陷。耳石磨片(图2A)只有一个中心原基,在显微镜下,可见分为两个区域:轮中心区和轮排列区。轮中心区是一个在透射光下近似圆形的暗区域;轮排列区由白色宽带和灰色窄带相间的年轮有规律地排列在轮中心区外围组成。在轮排列区域,轮纹的间距呈现规律地递减,靠近中心核的轮纹间距相对较大,而远离中心核的轮纹间距逐渐减小,其间没有突然的跳跃。随着鱼体长的增加,其耳石磨片上的颜色呈现一定的规律性分布,由核心至外缘颜色逐渐变浅。在耳石磨片中仍有少数个体的年龄难以判读,表现为白色宽带和灰色窄带无明显界限,但大多数还是能清晰地看见年轮特征,适合作为中华鲱鲈的年龄鉴定材料。

脊椎骨为双凹形,前3节略膨大,适合观察。在入射光下观察,前后凹面上显示出宽窄

交替的同心环纹,浊白色的宽带与暗色的窄带组成一个生长年带,内侧暗色窄纹与外侧浊白宽纹的交界处为年轮(图 2B)。脊椎骨中心有 3~4 圈细小的幼轮,并且在入射光下靠近中心的第一条暗带较其他暗带略宽。脊椎骨上出现较多干扰为副轮,主要表现为白色宽带中出现黑色不连续的环片,通过对多个脊椎骨的比较观察可以排除此干扰。

胸鳍棘经过切片后在入射光下显现出灰白色宽带和深灰色暗带排列的轮纹(图 2C)。灰白色宽带和深灰色暗带形成一个完整的年轮。

鳃盖骨薄而透明,鳃盖骨中心点难以确定,仅少数在边缘处可观察到明暗相间排列的环纹(图 2D),在鳃盖骨的主体区域无明显的可识别的环纹,部分鳃盖骨在解剖镜下环纹变得模糊不清甚至无法识别。

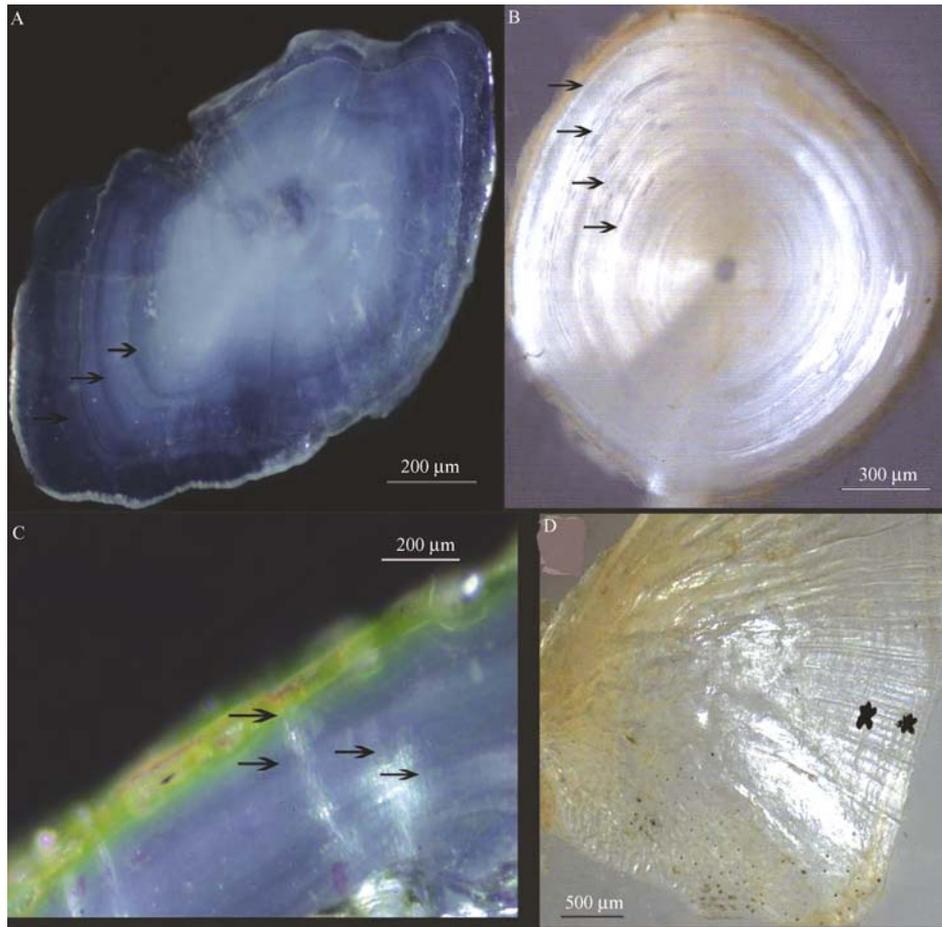


图 2 中华鲱鲈年龄鉴定材料及年轮

Fig. 2 Annuli on several kinds of material for age diagnosis of *Clupisoma sinensis*

A: 耳石; B: 脊椎骨; C: 胸鳍棘; D: 鳃盖骨; → 示年轮; ★ 示不能识别的年轮。

A: Otolith; B: Vertebra; C: Fin spine; D: Operculums; → Show annuli; ★ Show unidentified annuli.

**2.2 年轮形成时间** 由于耳石轮纹最为清晰,副轮较少,因此中华鲱鲈年龄的确定以耳石为主,耳石材料缺失或者损坏的情况下以脊椎骨作为辅助材料,在同一年度内,当新轮正好在边

缘上(新轮刚开始形成或新轮已形成)时,记为  $X^0$  龄;当新轮形成后,边缘也已长出新生致密层,但从整个脊椎骨各年轮的宽度相比较,不能算作 1 轮时,记为  $X^+$  龄。把  $X^+$  与  $(X+1)^0$  龄

划为 1 个年龄组,定义为(X + 1)龄<sup>[6]</sup>。新轮的  
出现情况见表 1。以耳石作为材料统计年轮形  
成周期,从调查的几个月份来看,中华鲱鲈年轮

形成时间在 4 月比例较高,显著高于其他月份,  
4 月末 81.81% 的个体已经形成年轮。

表 1 中华鲱鲈年轮形成时间

Table 1 Annuli formation time of *Clupisoma sinensis*

	1 月 January	4 月 April	8 月 August	9 月 September	10 月 October	11 月 November
标本数 Specimen number	2	33	23	32	75	16
X <sup>0</sup> 尾数 Number of X <sup>0</sup>	0	27	5	2	6	1
X <sup>0</sup> 百分数 The percentage of X <sup>0</sup> (%)	0	81.81	21.74	6.25	8.00	6.25

2.3 年龄组成 中华鲱鲈由 1~6 龄 6 个年龄  
组组成。优势年龄组为 1~4 龄,占总数的  
88.3%,而 4 龄以上个体数量急剧下降(图 3)。

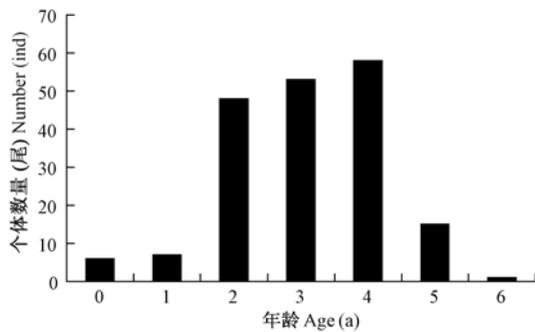


图 3 中华鲱鲈渔获物年龄组成

Fig. 3 Age composition in the catch of *Clupisoma sinensis*

中华鲱鲈体长范围为 8.0~29.1 cm(图  
4),主要集中在 12.0~22.0 cm 之间,这个体长  
范围样本数占样本总数的 89.36%。22.5 cm  
以上个体数量较少,仅占样本总数的 3.19%。

中华鲱鲈体重范围为 4.6~209.0 g(图 5),集  
集中在 17.3~93.2 g。150 g 以上个体仅占总数的  
的 3.1%。

2.4 年龄推算

2.4.1 体长和耳石半径的关系 将 188 尾个体  
按雌性、雄性分别进行体长(cm)和耳石(cm)半  
径关系拟合,选择相关系数最大者作为最佳回归  
方程。结果显示,线性关系的相关系数最高,方  
程分别为:雌鱼  $L = 105.11R + 3.95$  ( $n = 87, R^2 = 0.9768, P < 0.05$ );雄鱼  $L = 104.66R + 4.02$  ( $n = 54, R^2 = 0.9805, P < 0.05$ ),式中, $L$  为体长  
(cm), $R$  为耳石半径(cm)。

2.4.2 用耳石半径进行生长推算 中华鲱鲈  
体长与耳石半径呈线性函数关系,以此求得各  
龄组的推算体长值(表 2)。χ<sup>2</sup> 检验表明,体长  
的推算值与实测值之间无显著性差异(♀:χ<sup>2</sup> =  
0.2276,  $P = 0.9940 > 0.05, df = 4$ ; ♂:χ<sup>2</sup> =  
0.1090,  $P = 0.9907 > 0.05, df = 3$ )。

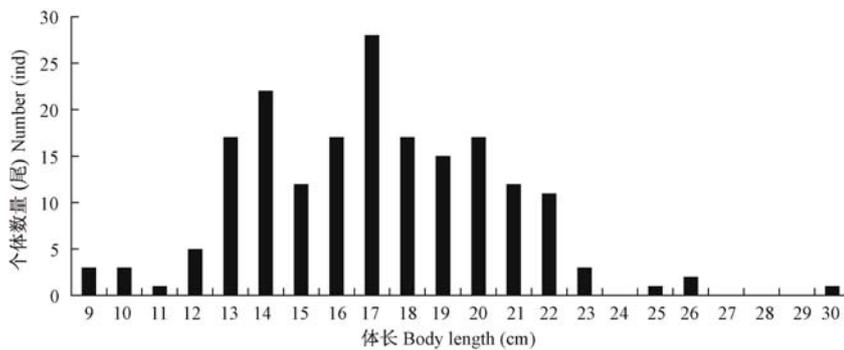


图 4 中华鲱鲈渔获物体长分布

Fig. 4 Body length distribution in the catch of *Clupisoma sinensis*

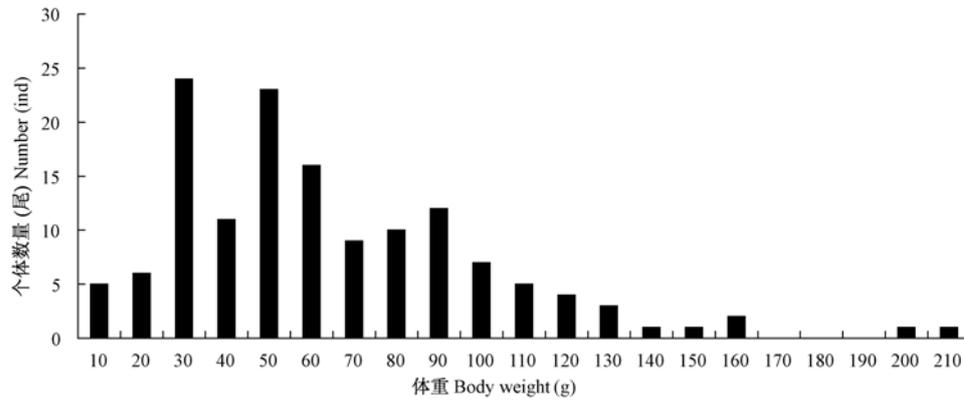


图 5 中华鲱鲈渔获物体重分布

Fig.5 Body weight distribution in the catch of *Clupisoma sinensis*

表 2 中华鲱鲈各龄退算体长

Table 2 Back-calculation body length of *Clupisoma sinensis*

年龄 Age	雌鱼 Female				雄鱼 Male			
	标本数 Specimen number	实际平均体长 Average value (cm)	退算体长 Back-calculated SL(cm)	差值 Difference	标本数 Specimen number	实际平均体长 Average value (cm)	退算体长 Back-calculated SL(cm)	差值 Difference
1	2	12.70	12.31	-0.39	0	0	0	0
2	1	12.90	13.34	0.44	4	13.36	13.55	0.19
3	7	16.52	16.46	-0.06	20	16.63	16.78	0.15
4	13	20.68	20.77	0.09	18	19.01	19.34	0.33
5	12	21.07	21.45	0.38	1	20.70	20.98	0.28

2.5 生长特性

2.5.1 体长和体重的关系 将中华鲱鲈雌鱼、雄鱼以及幼鱼群体的体长(L)和体重(W)关系分别拟合,获得体长体重关系函数,为了解中华鲱鲈不同生长阶段生长特性的差异,将雌雄不辨的个体作为幼鱼单独拟合。结果幂函数关系相关系数最高,体长和体重的关系符合 Taylor 公式。雌性  $W = 0.010 4L^{3.038 9} (R^2 = 0.95, n = 87)$ ; 雄性  $W = 0.010 5L^{3.034 6} (R^2 = 0.94, n = 54)$ ; 幼鱼  $W = 0.004 7L^{3.041 5} (R^2 = 0.96, n = 47)$ 。

比较发现,中华鲱鲈不同群体的体长体重关系无显著差异。中华鲱鲈幼鱼的 b 值最高,且此时体长生长快于体重增长。雌性的 b 值较雄性高,具有相对优先的体重生长;群体的 b 值接近于 3,说明中华鲱鲈的生长过程符合匀速生长式型。

2.5.2 生长方程和生长参数 采用 Von

Bertalanfy 方程描述中华鲱鲈的生长特性。

$$\begin{aligned} \text{雌性 } L_t &= 42.45(1 - e^{-0.08(t+2.39)}); \\ W_t &= 872.4(1 - e^{-0.08(t+2.39)})^{3.038 9}; \\ \text{雄性 } L_t &= 36.11(1 - e^{-0.10(t+3.56)}); \\ W_t &= 536.07(1 - e^{-0.10(t+3.56)})^{3.034 6}. \end{aligned}$$

图 6 为中华鲱鲈 Von Bertalanfy 生长方程的生长率曲线,从雌性和雄性中华鲱鲈的生长方程可以看出,雌性个体的平均渐进体长和体重均大于雄性个体。

2.5.3 生长速率和生长加速度 对 Von Bertalanffy 生长方程求一阶导数(生长速度)和二阶导数(生长加速度),得到中华鲱鲈体长、体重生长速度和生长加速度的相关方程。

体长生长速度(dL/dt)方程:

$$\begin{aligned} \text{雌性: } dL/dt &= L_{\infty} k e^{-k(t-t_0)} = 42.45 e^{-0.08(t+2.39)}; \\ \text{雄性: } dL/dt &= L_{\infty} k e^{-k(t-t_0)} = 36.11 e^{-0.10(t+3.56)}. \end{aligned}$$

体重生长速度(dW/dt)方程:

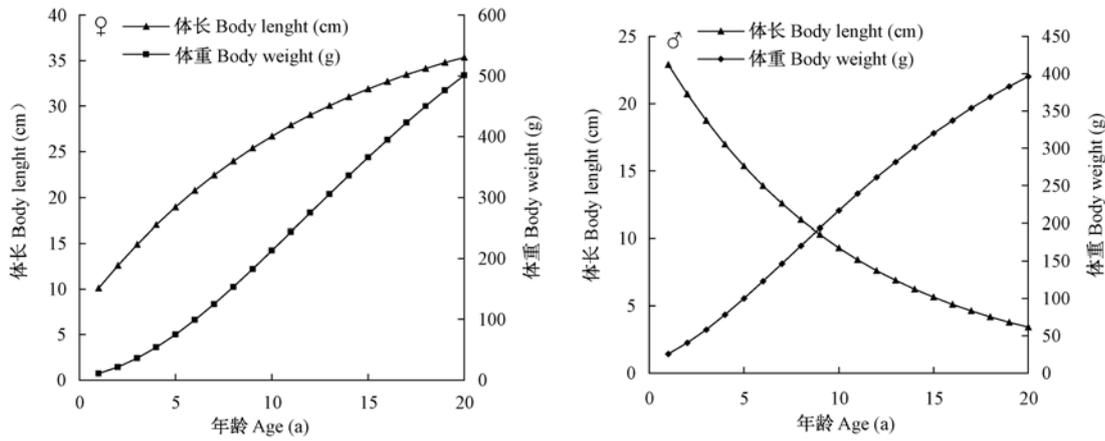


图 6 中华鲱鲂 Von Bertalanfy 生长方程的生长率曲线

Fig. 6 Growth curve in Von Bertalanfy function of *Clupisoma sinensis*

雌性:  $dW/dt = 212.01e^{-0.08(t+2.39)} \cdot$

$(1 - e^{-0.08(t+2.39)})^{2.0389};$

雄性:  $dW/dt = 177.10e^{-0.10(t+3.56)} \cdot$

$(1 - e^{-0.10(t+3.56)})^{2.0346}。$

体长加速度方程:

雌性:  $d^2L/d^2t = -L_{\infty}k^2e^{-k(t-t_0)}$

$= -0.27e^{-0.08(t+2.39)};$

雄性:  $d^2L/d^2t = -L_{\infty}k^2e^{-k(t-t_0)}$

$= -0.36e^{-0.10(t+3.56)}。$

体重加速度方程:

雌性:  $d^2W/d^2t = 16.98e^{-0.08(t+2.39)} \cdot$

$(1 - e^{-0.08(t+2.39)})^{1.0389} \cdot$

$(3.0389e^{-0.08(t+2.39)} - 1);$

雄性:  $d^2W/d^2t = 16.28e^{-0.10(t+3.56)} \cdot$

$(1 - e^{-0.10(t+3.56)})^{1.0346} \cdot$

$(3.0346e^{-0.10(t+3.56)} - 1)。$

中华鲱鲂体长增长的速率和加速度都不具有拐点(图 7), 生长速度随年龄增长呈递减趋势, 生长速度逐渐趋向于 0。体长生长加速度逐渐递增, 但加速度一直小于 0, 说明中华鲱鲂的体长生长速度出生时最高, 年龄越大, 其递减速度渐趋缓慢。并且随着年龄的增加, 雌性的体长生长速度比雄性的下降更快。

中华鲱鲂体重生长速度呈现先升后降的特点(图 8), 当体重生长加速度为 0 时, 体重生长速度达到最大值, 此为体重生长拐点, 拐点年龄为雌性 11.5 龄, 雄性 7.5 龄。其后加速度小于 0, 进入种群体重增长递减阶段。雌性的体重生长速度较雄性的体重生长速率快。

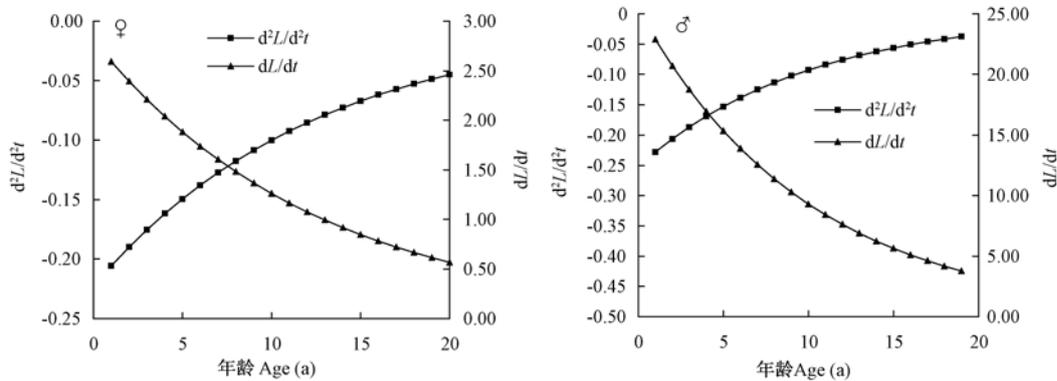


图 7 中华鲱鲂体长生长速度和生长加速度随年龄变化曲线

Fig. 7 Growth rate and growth acceleration of body length changing with the age of *Clupisoma sinensis*

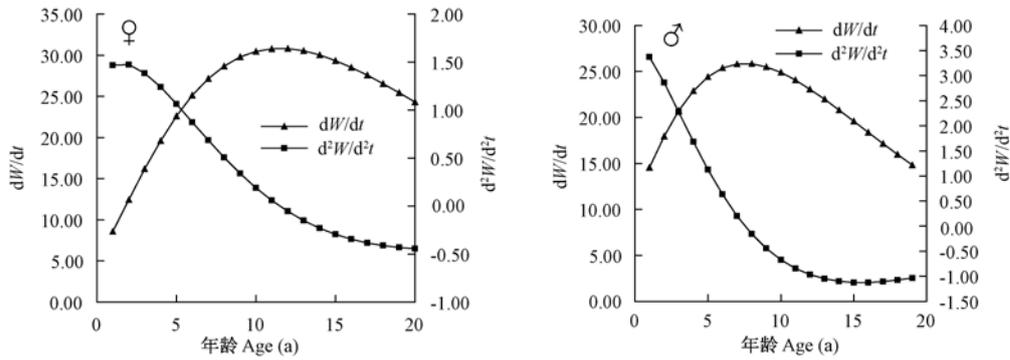


图8 中华鲢鲢体重生长速度和生长加速度随年龄变化曲线

Fig. 8 Growth rate and growth acceleration of body weight changing with the age of *Clupisoma sinensis*

肥满度常用于衡量种群内随性别、个体发育阶段以及水域饵料保障的季节变化所引起的群体生长状况的定量变化<sup>[7]</sup>。除了具有季节变化外,鱼类在生活史的不同阶段具有不同的生长特点,因此肥满度也会随年龄和发育阶段发生变化。如表3所示,中华鲢鲢肥满度总体随年龄增长逐步升高,1~3龄肥满度持续增长,4龄稍有下降,4龄以后呈增长态势,并在5龄时达到峰值。肥满度在3龄时出现高峰,应该也是为了生殖的需要。

图9中可以看出,雌性中华鲢鲢的性成熟系数在4月出现了不平缓的峰,然后回落,在秋季时开始缓慢回升。

表3 中华鲢鲢肥满度与年龄的关系  
Table 3 Fullness of *Clupisoma sinensis*  
in different age groups

年龄 Age	样本数 Number of samples	肥满度 Fullness
1	112	0.87
2	5	1.12
3	27	1.22
4	31	1.13
5	13	1.32

由于1龄和6龄个体较少,对中华鲢鲢2~5龄组按性别统计。表4可见体长的年增长有随年龄的增大而逐渐递减的趋势。与体长年增长率相反,第一年增长的体重最小,第二年有所增加。年增重率有随年龄的增大而逐渐增加的趋势,但增加量各龄鱼不同。第4~5龄增

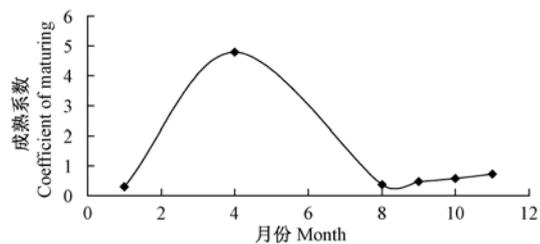


图9 调查期间中华鲢鲢雌性成熟系数

Fig. 9 Gonadosomatic index of the female *Clupisoma sinensis* during survey period

加量最大。

以相对增长率和生长指数划分鱼类生长阶段,能够客观地反映生长特点。由渔获物解剖观察,中华鲢鲢1~2龄及以前为幼鱼生长阶段,性腺基本尚未发育成熟,生长旺盛。其体长和体重的相对增长率最大,体长生长指标最高。4~6龄为成鱼生长阶段,生长比较稳定,所消耗的大部分食物主要用于性腺发育和脂肪积累上,表现为相对增长率、体长和体重生长指标变化逐渐降低。

中华鲢鲢的生长在1~3龄为最快,其相对增长率和生长指标均较高。到4龄以后,相对增长率和生长指标降低,生长变缓。雌性在3、4龄的体长体重增长更为迅速。雄性在5龄生长较雌性生长迅速。

### 3 讨论

3.1 中华鲢鲢年龄材料的选择 在鲢形目鱼类的研究中,大多以脊椎骨、胸鳍棘或鳃盖骨作

为年龄鉴定的材料。段中华等<sup>[8]</sup>对瓦氏黄颡鱼(*Pseudobagrus vachelli*)的脊椎骨、胸鳍棘和耳石进行比较研究,三者吻合度较高,由于脊椎骨易于制备,因此选用脊椎骨作为瓦氏黄颡鱼年龄鉴定材料。王德寿等<sup>[9]</sup>对大鳍( *Mystus macropterus*)的胸鳍棘进行脱钙处理鉴定年龄,

相较于脊椎骨,胸鳍棘切片有易于测量、易于判断年轮形成与否的优点,并认为脱钙切片法适用于鉴定大鳍等小型类和长吻( *Leiocassis longirotris*)等的幼鱼的年龄。而对珠江斑( *M. macropterus*)研究表明,鳃盖骨是作为鉴定其年龄的上佳材料<sup>[10]</sup>。

表 4 中华鲢鳊各龄的生长性能

Table 4 Values and indices about growth of body length and body weight of *Clupisoma sinensis*

项目 Item	龄组 Age group								
	2		3		4		5		
	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	
体长 Body length	退算体长(cm) Back-calculated body length	12.90	13.60	16.30	16.70	20.10	19.20	20.90	20.90
	年增长量 Annually growth(cm)			3.40	3.10	3.80	2.50	0.80	1.70
	相对增长率 Relative growth rate			0.26	0.23	0.23	0.15	0.04	0.09
	生长指标 Growth indexes			3.02	2.79	3.42	2.33	0.78	1.63
体重 Body weight	退算体重(g) Back-calculated body weight	23.70	27.53	48.75	52.29	91.26	78.98	103.02	101.80
	年增长量 Annually growth(g)			25.05	24.76	42.50	26.69	11.76	22.83
	相对增长率 Relative growth rate			1.56	0.90	0.87	0.51	0.13	0.29

本研究采用耳石、脊椎骨、鳃盖骨、胸鳍棘 4 种材料鉴定中华鲢鳊的年龄。中华鲢鳊的鳃盖骨薄而透明,多数鳃盖骨的主体区域无明显的可识别的环纹,不易分清年轮;中华鲢鳊的耳石年轮特征较为明显,耳石在鱼类钙质的利用上有优先性,在缺乏食物和承受压力的时候耳石上的钙质不会被重吸收利用。耳石的生长速度比较稳定,生长方式和时间的关系最密切<sup>[11]</sup>。耳石材料鉴定年龄结果最为可信<sup>[12]</sup>。但耳石材料处理和鉴定比较繁琐;中华鲢鳊的脊椎骨和胸鳍棘的年轮也较易于辨认,耳石、脊椎骨、胸鳍棘这 3 种材料对中华鲢鳊低龄个体的年龄解释能保持较高的一致性,但对于高龄个体的年龄鉴定上,脊椎骨和胸鳍棘的年龄计数要低于耳石的年龄读数,这与部分研究结果类似<sup>[13-14]</sup>。故而耳石是中华鲢鳊最佳的年龄鉴定材料,脊椎骨和胸鳍棘可作为年龄鉴定的辅助材料。

**3.2 中华鲢鳊的生长特点** 中华鲢鳊体重生长加速度呈现先升后降的特点,体长生长加速

度初期升高,后来逐渐平稳。繁殖群体中雌性个体多于雄性个体的现象,或与其繁殖策略有关,或可能与过高的捕捞压力有关<sup>[15]</sup>。在 1 ~ 4 龄生长速度较快。5 龄时,雄性个体生长速度快于雌性个体。

中华鲢鳊的拐点年龄较大,而性成熟年龄小于拐点年龄,说明在性成熟后,还有较大的生长潜力。这与其他鲢形目鱼类如大鳍<sup>[8]</sup>、班<sup>[9]</sup>、南方鲢(*Silurus meridionalis*)<sup>[16]</sup>在性成熟后均有较大的生长速度相类似。谢小军等<sup>[16]</sup>认为,在性成熟后保持高速生长,虽然躯体的能量积累会占用较大比例的资源,但对提高其终身繁殖力有利。

**3.3 中华鲢鳊的繁殖特性** 雌性中华鲢鳊的性成熟系数在 4 月份出现了不平缓的峰,然后迅速回落,在秋季时开始缓慢回升。在实际采样中还有部分性成熟个体性腺发育未达到 5 期,所以实际性成熟峰值应该在 5 或 6 月份左右。这与褚新洛等<sup>[17]</sup>中提出中华鲢鳊的性成熟时间为 5 月份基本相符合。

从中华鲱鲈的肥满度周年变化中可以看出,在年龄分组的情况下肥满度在 3 龄达到最高,这与在实际调查中发现中华鲱鲈 3 龄左右性成熟基本相符合,可能是为了繁殖的投入。

**致谢** 野外采样过程中,得到王生同学的大力协助,谨致谢忱!

### 参 考 文 献

- [ 1 ] Rainboth, W J. Fishes of the Cambodian Mekong. FAO Species Identification Field Guide for Fishery Purposes. Rome:FAO, 1996: 265.
- [ 2 ] 周伟,韩联宪. 云南澜沧江水系鱼类资源的保护及持续利用//中国科学院生物多样性委员会. 面向 21 世纪的中国生物多样性保护. 北京:中国林业出版社,1999.
- [ 3 ] 陈康贵,王德寿. 对胸鳍棘鉴定鱼类年龄方法的技术改进——简易脱钙切片法. 动物学杂志,2002,37(5): 46-48.
- [ 4 ] 华元渝,胡传林. 鱼种重量与长度相关公式( $m = L^b$ )的生物学意义及其运用//中图鱼类学会. 鱼类学论文集. 北京:科学出版社,1981: 125-132.
- [ 5 ] Beverton R J H, Holt S J. Fishery Investment. London: London Press, 1957: 279-282.
- [ 6 ] 申严杰,蒲德永,高梅,等. 福建纹胸鲈年龄生长的初步研究. 西南农业大学学报,2005,27(1): 106-110.
- [ 7 ] 郝汉舟. 拉萨裂腹鱼的年龄和生长研究. 武汉:华中农业大学硕士学位论文,2005.
- [ 8 ] 段中华,孙建贻. 瓦氏黄颡鱼年龄与生长的研究. 水生生物学报,1999,23(6): 617-623.
- [ 9 ] 王德寿,罗泉笙. 嘉陵江大鳍的年龄和生长的研究. 水生生物学报,1993,17(2): 157-165.
- [ 10 ] 陈焜慈,邬国民,李恒颂,等. 珠江斑的年龄和生长的研究. 中国水产科学,1999,6(4): 62-66.
- [ 11 ] Secor D H, Dena J M. Somatic growth effects on the otolith fish size relationship in young Pond reared striped bass, *Morone saxatilis*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1989, 46(1): 113-121.
- [ 12 ] Casselman J M. Growth and relative size of calcified structures of fish. Transactions of the American Fisheries Society, 1990, 119: 673-688.
- [ 13 ] 陈毅峰. 裂腹鱼类的系统进化及资源生物学. 武汉:中国科学院水生生物研究所博士学位论文,2000.
- [ 14 ] 华元渝,石黎军,李海燕,等. 暗纹东方鲀年龄鉴定的研究. 水生生物学报,2005,29(3): 279-283.
- [ 15 ] Rochet M J. Short-term effects of Fishing on Life History Traits of fishes. ICES Journal of Marine Science, 1998, 55: 371-391.
- [ 16 ] 谢小军,曹振东. 南方鲈的繁殖群体的结构及生长. 西南师范大学学报:自然科学版,1994,19(1): 71-78.
- [ 17 ] 褚新洛,陈银瑞. 云南鱼类志:下册. 北京:科学出版社,1992.

(上接第 58 页)

①期刊:作者. 题名. 刊名, 出版年, 卷(期)号:起止页码. 示例:

[ 1 ] 郑光美. 黄腹角雉. 动物学杂志,1987,22(5):40-43.

[ 2 ] Wu P, Zhou K Y. General condition of systematics study on Tesudines. Chinese Journal of Zoology, 1998, 33(6): 38-45.

②专著:作者. 书名. 版本(第一版不标注). 出版地:出版者, 出版年:起止页码. 示例:

[ 3 ] 孙儒泳. 动物生态学原理. 2 版. 北京:北京师范大学出版社,1992:329-330.

[ 4 ] Jiang Z G. Conservation Biology. Hangzhou: Zhejiang Science and Technology Press, 1997:160-164.

③论文集:作者. 题名//编者. 论文集名. 出版地:出版者, 出版年:起止页码. 示例:

[ 5 ] 陈大元. 动物显微受精与克隆研究//中国动物学会. 中国动物科学研究. 北京:中国林业出版社,1999: 59-64.

[ 6 ] Yang T. On the leeches from Wuling Mountains area in south China//Song D X. Invertebrates of Wuling Mountains Area, Southwestern China. Beijing: Science Press, 1997:395-399.