

文章编号: 1674-5566(2014)01-0070-10

千岛湖细鳞鲴与黄尾鲴年龄、生长和繁殖的比较研究

张峻德, 侯文华, 刘其根

(上海海洋大学 农业部水产种质资源与养殖生态重点开放实验室, 上海 201306)

摘要: 2010年9月至2012年8月在千岛湖采集了709尾细鳞鲴及295尾黄尾鲴, 对这两个相近种进行年龄、生长及繁殖的研究, 旨在了解千岛湖细鳞鲴与黄尾鲴种群的生长规律。结果表明: 细鳞鲴与黄尾鲴所获样本的年龄范围为1~5龄, 优势年龄均为2~3龄, 分别占整个样本的84%和76%; 其中细鳞鲴体长与体重的生长关系式为 $W = 0.0223L^{2.8785}$ ($R^2 = 0.9439$); Von Bertalanffy 体长、体重生长方程分别为 $L_t = 38.82 \times [1 - e^{-0.2450(t+1.2636)}]$ 、 $W_t = 836.21 \times [1 - e^{-0.2450(t+1.2636)}]^{2.8785}$, 拐点年龄为3.05龄, 对应体长为25.33 cm, 体重244.78 g; 雌雄比例为0.9568:1, 其个体绝对繁殖力为24 893~132 521粒, 平均71 283粒。黄尾鲴体长与体重的生长关系式为 $W = 0.0381L^{2.7172}$ ($R^2 = 0.9439$), Von Bertalanffy 体长、体重生长方程分别为 $L_t = 41.99 \times [1 - e^{-0.2264(t+0.9746)}]$ 、 $W_t = 980.22 \times [1 - e^{-0.2264(t+0.9746)}]^{2.7172}$, 拐点年龄为3.45龄, 对应体长为26.54 cm, 体重281.88 g; 雌雄比例为1.4513:1, 其个体绝对繁殖力为39 813~228 541粒, 平均109 141粒。

研究亮点: 细鳞鲴与黄尾鲴是千岛湖最主要的两种天然经济鱼类, 长期以来对这两种鱼类的生态学方面的研究较为匮乏, 其之间的个体生物学的比较研究更是一片空白。此外, 作为当地主要的经济鱼类, 为何这两种鱼类在千岛湖长期处于优势地位, 这两种鲴类的数量上有无差异? 为何会产生这样的现象? 本文通过对比细鳞鲴与黄尾鲴的年龄结构, 生长特性及繁殖力, 并从种群年龄结构及性别比例和繁殖力的角度去解释这一现象并对其数量上的差异作出合理推测, 对千岛湖细鳞鲴与黄尾鲴的渔业资源利用具有较高的参考价值, 为解答此类问题提供了较为重要的资料。

关键词: 细鳞鲴; 黄尾鲴; 年龄; 生长; 繁殖; 千岛湖

中图分类号: S 917

文献标志码: A

细鳞鲴 (*Xenocypris microlepis*) 与黄尾鲴 (*Xenocypris davidi*) 均属于鲤形目 (Cypriniformes)、鲤科 (Cyprinidae)、鲴亚科 (*Xenocypris*), 其生活习性相近, 均喜栖深水区, 主要以腐殖质、碎屑、腐泥、着生藻类以及周丛生物和底栖动物为主要食物来源^[1-4], 是千岛湖主要的中小型经济鱼类, 其种群数量在当地水域中占有相当的优势^[5]。且细鳞鲴与黄尾鲴占有特殊的生态地位并具有较强的种群增殖能力, 两种鲴无论是生态环保效益还是养殖经济效益都有着巨大的潜力^[4], 大量养殖细鳞鲴与黄尾鲴能够充分利用水体饵料资源, 增加水域渔业资源的产

量^[6]。目前的研究资料表明, 水域中细鳞鲴的现存量远大于黄尾鲴^[5]。为了探究这一现状的成因, 必须研究两种共栖的近缘物种的种群结构。然而以往可供参考的有关千岛湖天然经济鱼类个体生物学研究的资料并不多见, 目前具有较高参考价值的仅见陈马康等所著的钱塘江鱼类资源^[2], 罗仙池和吴振兴对新安江黄尾鲴生物学研究^[7], 刘国栋等对千岛湖大眼华鳊的年龄生长及繁殖的初步研究^[1]和何光喜等所著的基于单层刺网渔获物的千岛湖鱼类群落结构分析^[5]等, 有关千岛湖细鳞鲴与黄尾鲴的个体生物学研究及种群比较还未见报道。本次研究主要通过对千

收稿日期: 2013-04-07 修回日期: 2013-10-04

基金项目: 公益性行业(农业)专项(201303056); 国家自然科学基金(31072218)

作者简介: 张峻德(1985—), 男, 硕士研究生, 研究方向为渔业资源调查及水生态。E-mail: jdzhang1110@gmial.com

通信作者: 刘其根, E-mail: qgliu@shou.edu.cn

千岛湖细鳞鲟与黄尾鲟的种群结构,性别比例,年龄生长,繁殖特性等个体生物学数据的研究,分析两个种群之间年龄结构上的差异,为今后研究千岛湖鱼类群落结构及系统生态学积累相关基础生物学资料,以期为合理利用千岛湖鲟类资源提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 实验样本采集和处理

样本采集时间为 2010 年 9 月至 2012 年 8 月,所采样本均取自千岛湖不同湖区内的渔民及千岛湖镇农贸市场,样本数量共为 1 004 尾,其中细鳞鲟 709 尾,黄尾鲟 295 尾。样本的捕获网具均为当地渔民所使用的单层刺网(其网目规格为 4~7 cm,网长 300~400 m,网高 5~10 m)^[5]。样本采集完毕后带至杭州市千岛湖发展有限公司下属的水产科学研究所进行体长(L)、体重(BW)、去内脏体重(SW)等常规生物学测定,并进行性成熟度的鉴定。本次实验选择鳞片作为鉴定年龄的材料。鳞片的选取和处理方式参照文献[8-9]。

1.2 数据处理与分析

细鳞鲟与黄尾鲟的年轮类型均为疏密切割型,利用 Olympus SZX7 型解剖镜对样本鳞片进行观察并使用 Nikon DS-Ril 成像系统拍照。在年龄测定与分析中使用 HASS 提出的鳞片边缘增长率作为衡量鳞片生长的标准^[10],公式为

$$I = \frac{R - r_n}{r_n - r_{n-1}} \quad (1)$$

式中: I 为鳞片边缘增长率, R 为鳞径; r_n 为从鳞焦到近边缘第一圈年轮轮纹距离; r_{n-1} 为从鳞焦到近边缘第二圈年轮轮纹距离。

使用 Rosa-Lee 直线方程 $L = a + bR$ 拟合体长 L 与鳞径 R 进行体长推算,并采用 Keys 公式 $W = aL^b$ 拟合体长 L 与体重 W 关系,依据 PAULY^[11] 提出的 t -检验方法,检验幂指数 b 是否偏离 3,其中 a 、 b 均为常数。

采用 Von Bertalanffy^[12] 生长方程拟合体长、体重与年龄的关系并进一步计算出体长体重生

长速度方程及加速度方程,公式为

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}] \quad (2)$$

$$W_t = W_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]^b \quad (3)$$

通过公式 $K = (W_s/L^3) \times 100$ 计算两种鲟类的丰满度^[8];统计出细鳞鲟与黄尾鲟的个体繁殖力,其个体绝对繁殖力(F)为单位卵巢重所含卵粒数与卵巢重的乘积,个体体长相对繁殖力 $F_L = F/L$,个体体重相对繁殖力 $F_w = F/W_s$;性腺成熟系数是用来描述鱼体性腺相对大小的指标,性腺成熟系数 = 性腺重/去内脏体重 $\times 100\%$,能够较为准确反映鱼体性腺发育程度,显示出个体在躯体生长及性腺发育时所供给的能量比例。性腺成熟系数的变化反映了个体性腺的生长发育过程^[8]。

2 结果

2.1 年轮特征

细鳞鲟与黄尾鲟的鳞片均属于圆鳞,薄且透明。新鲜的鳞片表层附有一层含颗粒状反光体的表皮粘膜,两种鱼类的年轮标志均较为清晰(图版)。经过观察发现,在同年内,位于前区和侧区之间的中间环片相互之间互相平行,呈疏密排列。第二年伊始,前一年生长的环片位于内侧,被新一年的环片在侧区所切割,据此作为年龄的测定标志。观察可知内缘切割处较细,外缘切割处较疏,其中前区与下侧区交界处的轮纹标志最为清晰易辨,是鉴定年龄的最佳观测区域。

2.2 边缘增长率

从图 1 可看出细鳞鲟的鳞片边缘增长率从 7 月至 9 月是逐月上升的,并于 11 月下降到谷底。11 月上升至 12 月达到峰值后在 1 月时又呈下降趋势,1 月至 4 月是一个平稳的阶段,于 4 月再度达到峰值,之后 5 月开始下降直至 7 月到达谷底。同样从图 2 可看出黄尾鲟的鳞片边缘增长率由 7 月开始至 9 月即达峰值,之后回落至 11 月,12 月至 2 月是一个较平稳的过度,于 3 月下降后,5 月上升至峰值,随即 5 月开始至 7 月到达最低值。

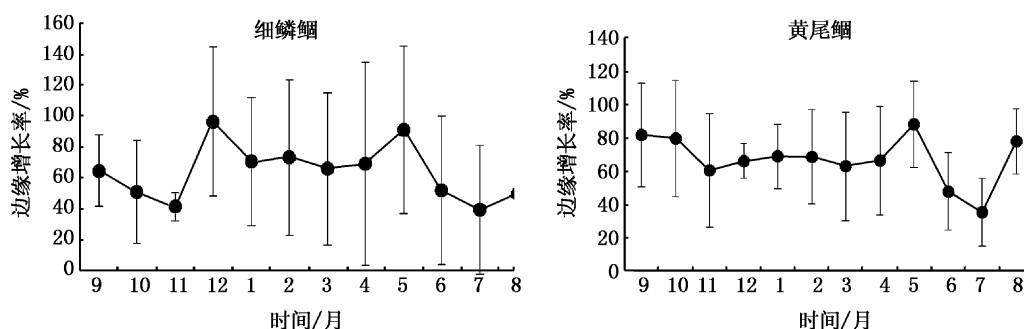


图 1 千岛湖细鳞鲈与黄尾鲈鳞片边缘生长率

Fig. 1 Marginal increment ratio of scale of *X. microlepis* and *X. davidi* in Qiandao Lake

2.3 细鳞鲈与黄尾鲈年龄结构

由表 1 可知细鳞鲈渔获物由 1~5 龄组成, 雌雄比例为 0.9568:1。优势年龄组为 2 龄与 3 龄,

占全部样本数的 84%, 各年龄组之年雌雄比例近似, 雌性在 1 龄与 4 龄内略微占优, 雄性在 2 龄与 3 龄内略微占优。捕获的 5 龄鱼均为雌性。

表 1 千岛湖细鳞鲈不同年龄组的生长参数

Tab. 1 Growth indices of *X. microlepis* in different age groups from Qiandao Lake

年龄	性别	样本数	体长/cm		体重/g	
			范围	平均值 ± 标准差	范围	平均值 ± 标准差
1	♀	18	13.6 ~ 23.5	18.61 ± 2.37	38.20 ~ 190.00	105.09 ± 43.21
	♂	12	16.8 ~ 21.5	18.36 ± 1.41	78.30 ~ 153.10	97.08 ± 22.43
2	♀	144	12.2 ~ 30.4	20.59 ± 2.63	61.40 ~ 324.00	136.21 ± 47.77
	♂	172	16.2 ~ 28.4	20.37 ± 2.15	61.50 ~ 288.00	129.40 ± 42.64
3	♀	136	17.5 ~ 33.2	24.63 ± 2.93	86.80 ~ 447.00	225.37 ± 63.14
	♂	145	17.9 ~ 31.6	22.99 ± 2.19	86.70 ~ 383.00	192.61 ± 48.69
4	♀	49	19.2 ~ 34.1	25.88 ± 3.83	109.80 ~ 461.30	245.80 ± 82.00
	♂	30	18.6 ~ 34.9	24.44 ± 3.63	83.91 ~ 434.00	218.18 ± 84.21
5	♀	3	24.0 ~ 30.5	27.73 ± 3.36	226.00 ~ 489.50	351.80 ± 132.16
	♂					

由表 2 可知黄尾鲈渔获物由 1~5 龄组成, 雌雄比例为 1.4513:1, 优势年龄组为 2 龄与 3 龄,

占全部样本数的 76%。雌性在各年龄组之内均占有一定优势, 捕获的 5 龄鱼均为雌性。

表 2 千岛湖黄尾鲈不同年龄组的生长参数

Tab. 2 Growth indices of *X. davidi* in different age groups from Qiandao Lake

年龄	性别	样本数	体长/cm		体重/g	
			范围	平均值 ± 标准差	范围	平均值 ± 标准差
1	♀	7	13.4 ~ 18.3	16.44 ± 1.66	42.90 ~ 104.60	79.41 ± 21.92
	♂	11	14.6 ~ 18.5	17.30 ± 1.17	54.30 ~ 113.50	85.83 ± 17.59
2	♀	26	17.7 ~ 25.6	20.13 ± 2.42	82.50 ~ 256.40	134.69 ± 53.26
	♂	28	17.4 ~ 28.2	20.37 ± 3.12	76.80 ~ 353.00	143.20 ± 73.88
3	♀	108	18.0 ~ 33.6	23.57 ± 3.10	95.90 ~ 498.40	214.90 ± 81.86
	♂	63	16.4 ~ 33.2	22.84 ± 2.68	86.70 ~ 542.20	195.69 ± 73.39
4	♀	28	20.0 ~ 35.7	27.65 ± 3.85	126.00 ~ 698.00	327.08 ± 121.19
	♂	22	19.7 ~ 32.0	26.39 ± 3.31	125.50 ~ 429.28	290.45 ± 88.93
5	♀	2	39.5 ~ 39.9	39.70 ± 0.28	685.13 ~ 735.27	710.20 ± 35.45
	♂					

2.4 细鳞鲟与黄尾鲟的生长特征

$$R^2 = 0.9873;$$

2.4.1 体长推算

$$\text{黄尾鲟: } L = 7.5297 + 57.81R, n = 295,$$

细鳞鲟与黄尾鲟的体长与鳞片鳞径线性回

$$R^2 = 0.9613。$$

归方程分别为:

细鳞鲟与黄尾鲟各年龄组的推算体长见表

$$\text{细鳞鲟: } L = 6.4413 + 71.95R, n = 709, \quad 3、表4。$$

表3 千岛湖细鳞鲟各年龄组体长推算

Tab.3 Back-calculated length at each age class for *X. microlepis* in Qiandao Lake

年龄	标本数	实测体长 /cm	推算体长/cm				差值
			L1	L2	L3	L4	
1	30	18.51					2.18
2	316	20.47	17.20				0.98
3	281	23.78	16.53	23.03			0.84
4	79	25.33	15.99	20.99	24.57		1.75
5	3	27.73	15.62	20.32	24.67	27.08	
按标本平均数			16.33	21.45	24.62	27.08	

表4 千岛湖黄尾鲟各年龄组体长推算

Tab.4 Back-calculated length at each age class for *X. davidi* in Qiandao Lake

年龄	样本数	实测体长 /cm	推算体长/cm				差值
			L1	L2	L3	L4	
1	18	16.96					2.04
2	54	19.99	14.84				0.70
3	171	23.30	14.07	19.70			0.96
4	50	27.09	13.88	19.89	24.15		1.22
5	2	39.50	16.88	22.46	24.37	27.31	
按标本平均数			14.92	20.69	24.26	27.31	

2.4.2 体长与体重关系

$$\text{细鳞鲟: } W = 0.0223L^{2.8785}, R^2 = 0.9439;$$

细鳞鲟与黄尾鲟的体长与体重关系如下(图

$$\text{黄尾鲟: } W = 0.0381L^{2.7172}, R^2 = 0.9601;$$

2):

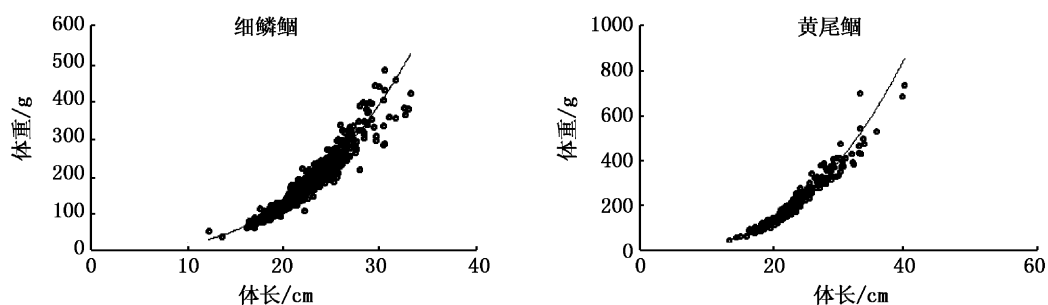


图2 千岛湖细鳞鲟与黄尾鲟体长与体重关系

Fig.2 Relationship between body length and body weight of *X. microlepis* and *X. davidi* in Qiandao Lake

依据 Pauly 提出的 t -检验方法,检验细鳞鲟与黄尾鲟各自雌性与雄性回归方程中幂指数 b 与 3 之间的差异:

细鳞鲟:雌性 $t = 0.42 < t_{0.05} = 1.96$, 雄性 $t = 0.43 < t_{0.05} = 1.96$ 。

黄尾鲟:雌性 $t = 0.67 < t_{0.05} = 1.96$, 雄性 $t = 0.60 < t_{0.05} = 1.96$ 。

据此表明,千岛湖细鳞鲟与黄尾鲟雌雄个体均为等速生长。

2.4.3 生长方程与生长曲线

运用 Von Bertalanffy 生长方程分别拟合出细鳞鲷与黄尾鲷体长和体重的生长方程关系式(图 3)。

细鳞鲷:体长生长方程为 $L_t = 38.82 \times [1 - e^{-0.2450(t+1.2636)}]$, 体重生长方程为 $W_t = 836.21 \times [1 - e^{-0.2450(t+1.2636)}]^{2.8785}$;

黄尾鲷:体长生长方程为 $L_t = 41.99 \times [1 - e^{-0.2264(t+0.9746)}]$, 体重生长方程: $W_t = 980.22 \times [1 - e^{-0.2264(t+0.9746)}]^{2.7172}$;

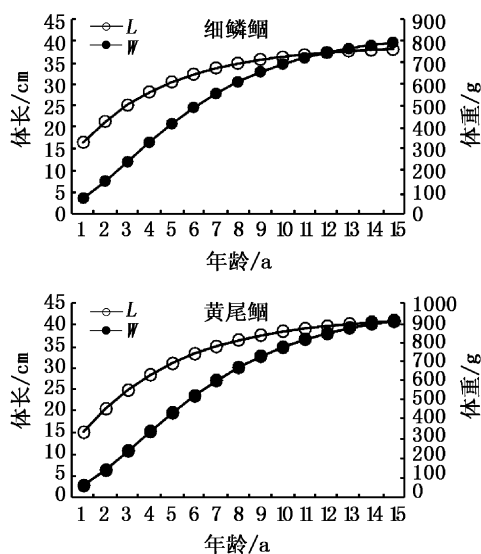


图3 千岛湖细鳞鲷与黄尾鲷 Von Bertalanffy 生长曲线

Fig.3 Von Bertalanffy growth curves of *X. microlepis* and *X. davidi* in Qiandao Lake

2.4.4 生长特性及拐点年龄

细鳞鲷生长速度和加速度方程(图 4)分别为:

$$\text{体长 } dL/dt = 9.51 e^{-0.2450(t+1.2636)}$$

$$\text{体重 } dW/dt = 589.74 e^{-0.2450(t+1.2636)} [1 - e^{-0.2450(t+1.2636)}]^{1.8785}$$

$$\text{体长 } d^2L/dt^2 = -2.33 e^{-0.2450(t+1.2636)}$$

$$\text{体重 } d^2W/dt^2 = 144.49 e^{-0.2450(t+1.2636)} [1 - e^{-0.2450(t+1.2636)}]^{0.8785} [2.8785 e^{-0.2450(t+1.2636)} - 1]$$

细鳞鲷的拐点年龄 t_i 为 3.05 龄, 对应的拐点体长为 $L_{ii} = 25.33$ cm, 拐点体重 $W_{ii} = 244.78$ g。

黄尾鲷生长速度方程(图 5)为:

$$\text{体长 } dL/dt = 9.50 e^{-0.2264(t+0.9746)}$$

$$\text{体重 } dW/dt = 603.37 e^{-0.2264(t+0.9746)} [1 -$$

$$e^{-0.2264(t+0.9746)}]^{1.7172}$$

生长加速度方程为:

$$\text{体长 } d^2L/dt^2 = -2.15 e^{-0.2264(t+0.9746)}$$

$$\text{体重 } d^2W/dt^2 = 136.60 e^{-0.2264(t+0.9746)} (1 - e^{-0.2264(t+0.9746)})^{0.7172} (2.7172 e^{-0.2264(t+0.9746)} - 1)$$

黄尾鲷的拐点年龄为 3.45 龄, 对应的拐点体长为 $L_{ii} = 26.54$ cm, 拐点体重 $W_{ii} = 281.88$ g。

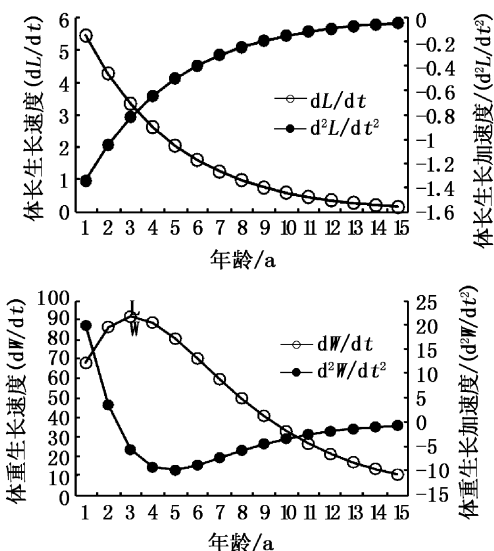


图4 千岛湖细鳞鲷体长与体重生长速度和加速度曲线

Fig.4 Growth rates & growth accelerations of body length and weight changing with the age in the samples of *X. microlepis* in Qiandao Lake

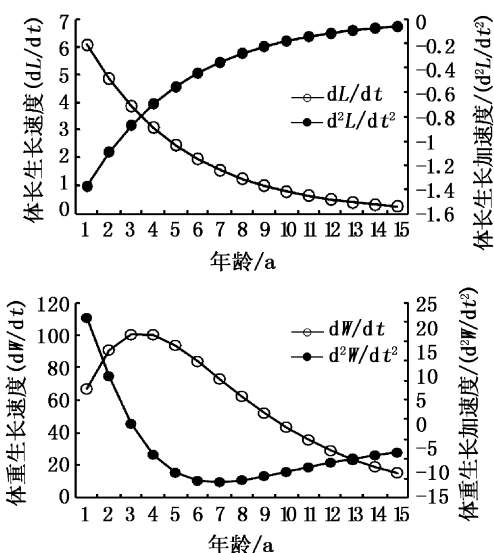


图5 千岛湖黄尾鲷体长体重生长速度和加速度曲线

Fig.5 Growth rates & growth accelerations of body length and weight changing with the age in the samples of *X. davidi* in Qiandao Lake

2.4.5 丰满度

由图6可看出,细鳞鲟与黄尾鲟的丰满度随月份的变化而变化,千岛湖每年秋季9至10月的饵料供应较为丰富,丰满度较高。11月冬季来临饵料减少,丰满度大幅下降。12月,鱼体开始储存大量能量进行过冬储备。1月至来年3月为冬季,摄食活动的减少加上饵料的降低,导致丰满度的下降,于4月到达另一个谷底。4月开春,恢

复正常的摄食活动,加上春天饵料供应有所恢复以及繁殖期的临近,丰满度有了大幅的提升,至5月到达峰值,为即将到来的繁殖活动提供保障。6月及7月是细鳞鲟与黄尾鲟的繁殖季节,繁殖行为消耗大量能量,由此丰满度下降。8月,繁殖行为结束,随着秋季到来,饵料供应量上升,丰满度又开始上升。

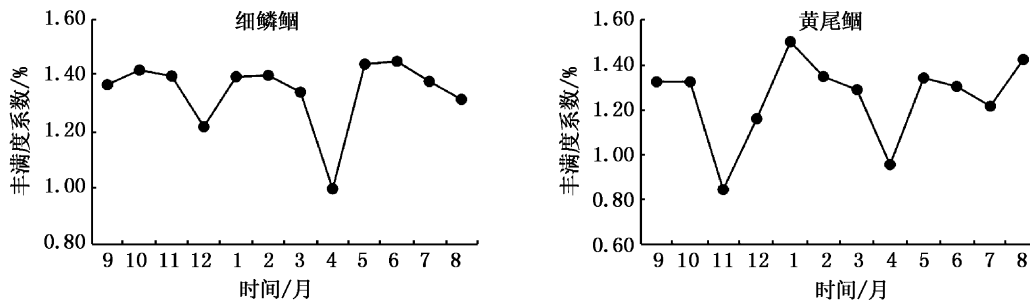


图6 千岛湖细鳞鲟与黄尾鲟丰满度月份变化

Fig. 6 Monthly changes of fullness of *X. microlepis* and *X. davidi* in Qiandao Lake

2.5 繁殖特性

2.5.1 性征及性比

进入繁殖季节后,随着性腺的进一步发育成熟,细鳞鲟与黄尾鲟的第二性征日趋明显,为鉴别其性别提供了较为便利的依据。其中雄性细鳞鲟胸鳍的第一根鳍条大小及坚硬程度显著强过雌鱼。雄鱼的头部,鳃盖及胸鳍等部位会出现明显的细小白色颗粒状物,呈星型分布,以此可明显地区分细鳞鲟的性别。黄尾鲟的第二性征近似于细鳞鲟,在繁殖季节,雄鱼胸鳍的鳍条上也会出现角质稜起,明显较雌鱼的粗且硬,头部鳃盖和胸鳍等处也会出现类似细鳞鲟星状分布的细小颗粒状珠星。临近繁殖期的细鳞鲟与黄尾鲟雌鱼腹部膨大松软,泄殖孔呈红色且突出,用手挤压成熟度较高的雌鱼腹部,可以看到有成熟卵粒被挤出;雄鱼的腹部要略小于雌鱼,轻压成熟度较高的雄鱼腹部,能看到有乳白色的精液流出。

细鳞鲟样本共709尾,雌雄比为0.9568:1;黄尾鲟样本共295尾,除去1龄鱼之外,其中雄性113尾,雌性164尾,雌雄比为1.4513:1,存在显著差异,雌性个体占据明显优势。

2.5.2 个体繁殖力

共计数性腺发育IV期细鳞鲟53尾,黄尾鲟

46尾。细鳞鲟个体绝对繁殖力(F)平均为71 283 ± 25 360粒,范围为24 893 ~ 132 521粒;个体体长相对繁殖力(F_L)平均为2 729 ± 824粒,范围为1 232 ~ 4 699粒;个体体重相对繁殖力(F_W)平均为289 ± 64粒,范围为180 ~ 331粒。

黄尾鲟个体绝对繁殖力(F)平均为109 141 ± 41 070粒,范围为39 813 ~ 228 541粒;个体体长相对繁殖力(F_L)平均为4 105 ± 1 168粒,范围为1 793 ~ 7 377粒;个体体重相对繁殖力(F_W)平均为408 ± 154粒,范围为194 ~ 718粒。

2.5.3 性腺成熟系数的周年变化

通过计算分别得到细鳞鲟与黄尾鲟的性腺成熟系数的周年变化图。由图7可以看出每年的5月为千岛湖细鳞鲟和黄尾鲟的繁殖高峰期,其性腺成熟系数均达到峰值,分别为细鳞鲟雌性17.90%,雄性9.39%;黄尾鲟雌性22.43%,雄性12.24%。伴随着5、6、7三个月份的繁殖行为,性腺成熟系数逐渐下降至底部。其余月份无太大波动,雌鱼雄鱼的性腺成熟系数无太大区别,保持在1% ~ 2%之间。据此推测来年春天随着摄食活动的恢复,鱼体性腺开始发育,其中雌鱼的性腺成熟系数要远超过雄鱼,说明亲鱼主要将摄食获得的能量分配给卵巢,使其积累足够多的能量待繁殖期来临以发育成幼鱼。该相关系数图

也能较为真实地反映上述有关丰满度月份变化的推测,说明在繁殖期来临时,鱼体通过调整摄

食所获能量的配置比来满足自身繁衍后代的需要。

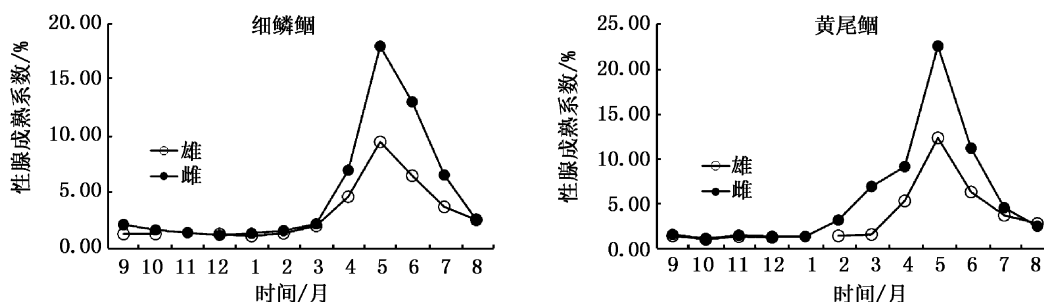


图7 千岛湖细鳞鲷与黄尾鲷生殖系数周年变化

Fig.7 Changes of GSI of *X. microlepsi* and *X. davidi* in Qiandao Lake

3 讨论

3.1 细鳞鲷与黄尾鲷的合理捕捞年龄

细鳞鲷与黄尾鲷的拐点年龄分别为 3.05 龄和 3.45 龄,根据生长方程可知,在拐点年龄处个体生长速度达到最大值,是个体生长发育的快速生长阶段。拐点过后个体生长速度下降,加速度降为负值,个体进入生长的稳定阶段。关于何时进行捕捞以期在达到资源利用最大化的同时又不影响群体生长上也有一些争论。常剑波等^[13]通过研究证明鱼类的生长拐点年龄为其临界年龄。从资源利用率上来说,在鱼群临近临界年龄前进行捕捞能够避免因客观因素未能及时捕捞而自然死亡所造成的损失。而谢从新等^[14]和段中华等^[15]也提出,基于生长角度考虑,在临界年龄之后再进行捕捞更有利于鱼类种群生长,能够充分发挥其生长潜能。因此,在进行捕捞及渔业资源利用时考虑资源利用的最大化的同时需要更多地考虑如何避免影响种群的生长繁衍,这样可在保证种群正常生长的同时尽可能地大幅提高资源的获取率,使资源保持长期的可持续利用。由于千岛湖当地政府对于渔民网具规格的严格限制,两种鱼所获样本中很少有低龄鱼的存在,因此没有办法对整个种群的年龄结构及生长量做一个较为全面的研究。

3.2 捕捞强度

从分析得出的相关生长方程及渔获物个体生物学数据上来看,细鳞鲷渔获物样本数 709 尾,最大体长 34.9 cm,最大体重 489.3 g,3 龄及

以下个体数量占 88%,其中 3 龄鱼占 40%。细鳞鲷在推测所得拐点年龄处的体长体重分别为 25.33 cm 和 244.78 g,而本次实验渔获物中体长小于 25 cm 的个体占 81%,体重小于 244 g 的个体占 84%,可见渔获物个体大部分仍处于快速生长阶段。可以推测千岛湖细鳞鲷的种群仍然处于生长增长的阶段,当地目前的捕捞强度略微偏大。建议在现有基础上可以适当放宽网目规格,将主要捕捞对象年龄提高至 3 到 4 龄为宜。

黄尾鲷渔获物数量 295 尾,最大体长 39.9 cm,最大体重 735.27 g,小于 3 龄的个体数占 82%,其中 3 龄鱼的个体数占 58%。推测拐点年龄为 3.45 龄,对应的体长与体重分别为 26.54 cm 及 281.88 g,渔获物中个体小于 26 cm 的个体占 74%,体重小于 281 g 的个体占 75%,渔获物年龄结构从资源利用率上来说要优于细鳞鲷,但是渔获物半数以上仍处于生长阶段,同细鳞鲷一样捕捞强度略大。

由于千岛湖多数鱼类的繁殖期处于 4 月至 7 月间,因此当地政府划定 4 月至 7 月为禁捕期,大部分湖区禁止捕捞,加上网目规格的限定,极大地增加了低龄鱼的存活度,很大程度上保护了当地鱼类种群的延续及资源的可持续利用,推测这也是为何在长期现有捕捞强度的基础上,细鳞鲷与黄尾鲷种群数量仍未有太大波动的原因之一。

3.3 细鳞鲷与黄尾鲷种群年龄结构比较

由表 1 和表 2 可知,千岛湖细鳞鲷的种群年龄结构以 2 龄与 3 龄鱼为主,占到整个样本种群的 84%;而黄尾鲷也以 2 龄与 3 龄为主,占整个样本群体数量的 76%,值得一提的是黄尾鲷 2 龄

鱼数量与4龄鱼数量近似,3龄鱼占样本总量的58%。因网具规格与样本采集的原因,本次实验中所采集到的两个样本群体中1龄鱼的数量极少,故而将其排除。比较细鳞鲴与黄尾鲴2至5龄4个年龄段的样本数量可知,细鳞鲴的数量为2龄>3龄>4龄>5龄,黄尾鲴为3龄>2龄>4龄>5龄。相比较之下细鳞鲴2龄鱼的基数较大,在整个样本群体中所占比重达到了44.57%,远大于黄尾鲴2龄鱼的18.3%。可以看出细鳞鲴2至5龄的种群年龄结构为金字塔形,低龄组在整个种群中占有较大比重,与之相反,黄尾鲴的种群年龄结构处于中间大两头小的菱形。据此可以说明细鳞鲴的种群生产量要大于黄尾鲴,细鳞鲴正处于一个快速增长阶段,而黄尾鲴正处于一个种群稳定期阶段。从种群数量上解释了细鳞鲴在千岛湖当地种群数量上占有优势这一现象。

3.4 生长参数比较

通过计算各自的生长方程,可以得出,细鳞鲴的生长拐点为3.05龄,黄尾鲴的生长拐点为

3.45龄。可以看出黄尾鲴与细鳞鲴相比需要更长时间用于个体生长发育。

细鳞鲴的雌雄比为0.9568:1,雄鱼略微多于雌鱼,而黄尾鲴的雌雄比为1.4513:1。雄鱼数量的多少直接影响繁殖季节雌鱼卵子受精的几率,黄尾鲴的雄鱼数量比例远少于雌鱼,可能间接导致了其整个种群数量不及细鳞鲴的种群数量。根据此种状况及所得细鳞鲴黄尾鲴个体绝对繁殖力参数显示,黄尾鲴个体绝对繁殖力,相对繁殖力及性腺成熟系数均大于细鳞鲴,推测黄尾鲴种群的繁殖策略受到了雌雄比例的影响,在繁殖季节,雌鱼通过排出更多数量的卵子,增加其受精率,一定程度上保证其种群数量的延续。

3.5 生长参数的横向与往年比较

将本次实验中细鳞鲴的生长参数同陈马康等^[2]与20世纪80年代湖北武汉道观河及钱塘江细鳞鲴生长研究及王银东等^[6]2004年所作的道观河水库细鳞鲴年龄生长结果作比较,结果如表7所示。

表7 不同生态环境中细鳞鲴生长参数比较
Tab.7 Growth indices among different habitats in *X. microlepsi* genus

水体	t_i	L_{t_i}/cm	W_{t_i}/g	L_∞/cm	W_∞/g
千岛湖	3.05	25.33	244.78	38.82	836.21
道观河	3.40	24.62	238.67	36.93	805.52
钱塘江	2.51	27.71	297.11	41.58	1 004.12

由表7可知,千岛湖细鳞鲴的拐点年龄介于道观河与钱塘江的细鳞鲴的拐点年龄之间。与道观河的细鳞鲴生长参数相比可知,千岛湖细鳞鲴的生长速度要优于道观河。究其原因可能是因为生长环境的差异所致,道观河被武汉市划分为风景区进行开发部分受到环境污染,常年捕捞也对其生物量造成一定影响。由于千岛湖设定禁捕期及规定网目规格,保护了当地鱼类种质资源,且千岛湖水质良好,饵料丰富,为其生长提供了良好的环境。与千岛湖附近的钱塘江相比,能

明显看出,20世纪80年代,由于没有禁捕期,捕捞强度大,细鳞鲴种群趋于低龄,成熟早,另外,推测由于20世纪80年代,千岛湖及钱塘江水质资源污染程度较现今低,饵料充足,更有利于鱼类个体生长。

将本次实验中黄尾鲴的生长参数与罗仙池和吴振兴^[7]于1993年在新安江及蓝昭军等^[17]于2007年在广东省北江进行的黄尾鲴个体生殖力调查相比较,结果如表8所示。

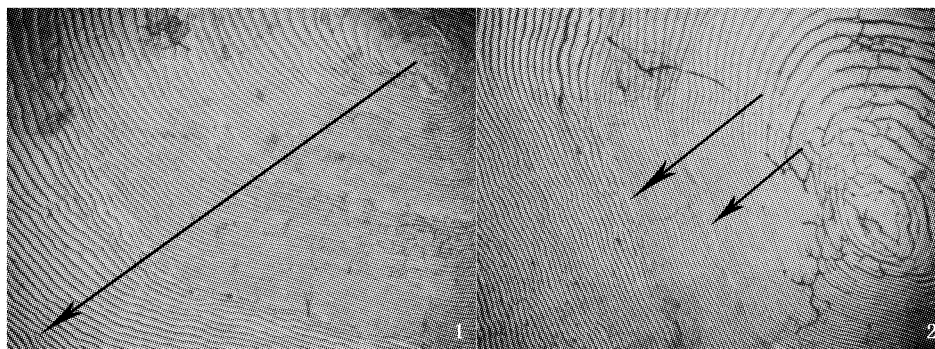
表8 不同生态环境中黄尾鲴生长参数比较
Tab.8 Growth indices among different habitats in *X. davidi* genus

水体	个体绝对繁殖力	t_i	L_{t_i}/cm	W_{t_i}/g	L_∞/cm	W_∞/g
千岛湖	109 489	3.45	26.54	281.88	41.99	980.22
新安江	87 391	3.14	25.21	296.44	42.39	1 001.46
北江	101 038					

由表 8 可知,同为水库内黄尾鲮的生长参数,1993 年的新安江黄尾鲮除体长外生长速度明显优于现在的黄尾鲮。究其原因,除去样本采集范围扩大以外,推测可能与细鳞鲮相同,20 世纪 90 年代千岛湖水体质量及饵料供应均优于现在。比较 3 个区域内个体绝对繁殖力,不难看出,千岛湖的个体繁殖力最大,这也可能是基于现今千岛湖黄尾鲮种群数量较往年低下及雌雄比例不等的繁殖策略应对,通过提高怀卵量来达到增大自身卵子的受孕几率与幼鱼的存活率。

参考文献:

- [1] 刘国栋,何光喜,刘其根,等. 千岛湖大眼华鳊年龄、生长和繁殖的初步研究[J]. 上海海洋大学学报,2011,20(3): 382-391.
- [2] 陈马康,童合一,俞泰济,等. 钱塘江鱼类资源[M]. 上海: 上海科学技术文献出版社,1990:267.
- [3] 王银东,熊邦喜,王明学,等. 细鳞斜颌鲮的生物学特性与资源利用[J]. 水利渔业,2002,22(3):45-47.
- [4] 彭良宇,谢芝明. 细鳞鲮和黄尾密鲮的共同特点与区别[J]. 养殖与饲料,2011,55(9):17-18.
- [5] 何光喜,张峻德,刘其根,等. 基于单层刺网渔获物的千岛湖鱼类群落结构初步研究[J]. 水产科技情报,2011,38(4):197-203.
- [6] 王银东,熊邦喜,马徐发,等. 道观河水库细鳞鲮的年龄与生长[J]. 华中农业大学学报,2004,23(2):241-243.
- [7] 罗仙池,吴振兴. 千岛湖黄尾密鲮年龄与生长的初步研究[J]. 浙江水产学院学报,1994,13(3):210-213.
- [8] 殷名称. 鱼类生态学[M]. 北京:中国农业出版社,1995: 295.
- [9] 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.
- [10] HASS R E, RECKSLEK W C. Age verification of winter flounder in Narragansett Bay [J]. Transactions of the American Fisheries Society, 1995, 124(1):103-111.
- [11] PAULD D. Fish population dynamics in tropical waters; a manual for use with programmable calculators [M]. ICLARM Stud and Rev,1984.
- [12] Von BERTALANFFY L. A quantitative theory of organic growth [J]. Human Biology, 1983,10(2):181-213.
- [13] 常剑波,孙建贻,段中华. 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.
- [14] 谢从新,龚世园,杨治国,等. 武昌南湖花鱼骨的生长研究[J]. 海洋与湖沼,1988,19(3):225-231.
- [15] 段中华,常剑波,孙建贻. 长鳍吻鲈年龄和生长的研究[J]. 淡水渔业,1991(2):12-14.
- [16] 喻达辉. 洪湖水体生物学生产力综合开发及湖泊生态环境优化研究[M]. 北京:海洋出版社,1991:172-178.
- [17] 蓝昭军,李强,陈龙秀,等. 北江黄尾鲮个体生殖力的研究[J]. 华南师范大学学报:自然科学版,2008(4):107-113.



图版 在 Olympus SZX7 型解剖镜下观察到的鳞片

Plate The scales observed under the dissecting microscope (Olympus SZX7)

1. 下侧区年轮结构(箭头所示); 2. 鳞片年轮(箭头所示)。

Comparison and primary study of age, growth and reproduction between *Xenocypris microlepis* and *Xenocypris davidi* in Qiandao Lake

ZHANG Jun-de, HOU Wen-hua, LIU Qi-gen

(The Key Laboratory of Aquatic Genetic Resources and Aquacultural Ecology, Ministry of Agriculture, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: This study collected 709 *X. microlepis* and 295 *X. davidi* specimens, and compared their age, growth and reproduction from September 2010 to August 2012 in the Qiandao Lake. The result showed that age range of *X. microlepis* and *X. davidi* were 1 – 5 years. The advantage age of 84% *X. microlepis* and 76% *X. davidi* were 2 – 3 years. The growth characteristics of length and weight about *X. microlepis* could be described as $W = 0.0223L^{2.8785}$ ($R^2 = 0.9439$). The growth of *X. microlepis* could be described with von Bertalanffy equation as $L_t = 41.99 \times [1 - e^{-0.2264(t+0.9746)}]$, $W_t = 980.22 \times [1 - e^{-0.2264(t+0.9746)}]^{2.7172}$. The inflection point of *X. microlepis* growth age was 3.05 years, which body length was 25.33 cm and body weight was 244.78 g; The *X. microlepis*'s sex ratio was 0.956 8:1, The individual absolute fecundity varied was 24 893 – 132 521 eggs(71 283 on average). The growth characteristics of length and weight about *X. davidi* could be described as $W = 0.0381L^{2.7172}$ ($R^2 = 0.9439$). The growth of *X. davidi* could be described with von-Bertalanffy equation as $L_t = 41.99 \times [1 - e^{-0.2264(t+0.9746)}]$, $W_t = 980.22 \times [1 - e^{-0.2264(t+0.9746)}]^{2.7172}$. The inflection point of *X. davidi* growth age was 3.45 years and the corresponding body length was 26.54 cm and body weight was 281.88 g; The *X. davidi*'s sex ratio was 1.4513:1. The individual absolute fecundity was 39 813 – 228 541 eggs(109 141 on average).

Key words: *Xenocypris microlepis*; *Xenocypris davidi*; age; growth; reproduction; Qiandao Lake