

长湖达氏鲃的生长特性及其资源现状

王亚龙^{①②} 何勇凤^② 王旭歌^② 陈亮^{①②} 朱永久^② 杨德国^{②*}

① 上海海洋大学水产与生命学院 上海 201306; ② 中国水产科学研究院长江水产研究所

农业部淡水生物多样性保护重点实验室 武汉 430223

摘要: 2015年9月至2016年8月在湖北长湖采集达氏鲃 (*Culter dabryi*) 样本592尾, 对其年龄、生长及资源状况进行了研究。结果表明, 长湖达氏鲃种群的年龄组成为1~7龄, 其中以1~4龄鱼为主, 占样本总量的91.38%; 达氏鲃属匀速生长类型, 其体重 (W) 和体长 (L) 的关系式为 $W = 0.008L^{3.148}$ ($n = 592$, $R^2 = 0.995$, $P < 0.01$), 且无明显性别差异; 采用 von Bertalanffy 生长方程分别拟合体长、体重与年龄的关系, 其表达式分别为, 体长 $L_t = 49.103[1 - e^{-0.194(t + 0.268)}]$, 体重 $W_t = 1668.330[1 - e^{-0.194(t + 0.268)}]^{3.148}$, 生长拐点年龄 $t = 5.64$ 龄, 对应体长 33.4 cm, 体重 502.4 g; 目前长湖达氏鲃总死亡系数 $Z = 0.80$, 自然死亡系数 $M = 0.42$, 捕捞死亡系数 $F = 0.38$, 资源开发率 $E = 0.48/\text{年}$, 根据体长股分析法估算出长湖达氏鲃 2015~2016 年资源量为 1 809 710 尾 (15.18 t)。为保持长湖达氏鲃资源稳定, 建议捕捞体长 33.4 cm 以上个体。

关键词: 长湖; 达氏鲃; 年龄结构; 生长特征; 资源量

中图分类号: S931.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2017) 06-1015-08

Study on the Growth Characteristics and Resource Status of Humpback (*Culter dabryi*) in Lake Changhu

WANG Ya-Long^{①②} HE Yong-Feng^② WANG Xu-Ge^② CHEN Liang^{①②}
ZHU Yong-Jiu^② YANG De-Guo^{②*}

① College of Fisheries and Life Science, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306; ② Key Laboratory of Freshwater Biodiversity Conservation, Ministry of Agriculture of China, Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuhan 430223, China

Abstract: Humpback (*Culter dabryi*) which belonging to the genus *Culter* is a common economical fish which lives in lake and river from south to north in China. The purpose of this study was to clarify population characteristics. We totally collected 592 specimens from Lake Changhu, Hubei Province, in September 2015 to August 2016 and measured the body length and body weight of each individual, collected scales to investigate the marks for each of fish. The results showed that the ring mark on the scales mainly was cutting

基金项目 “十二五”国家科技支撑计划课题 (No. 2012BAD25B08-03);

* 通讯作者, E-mail: yangdg@yfi.ac.cn;

第一作者介绍 王亚龙, 男, 硕士研究生; 研究方向: 鱼类生态学; E-mail: w_yalong@163.com。

收稿日期: 2017-01-18, 修回日期: 2017-04-20 DOI: 10.13859/j.cjz.201706011

type and sparse-dense type (Fig. 1), there were 7 age classes ranging 1 to 7 in the population, particularly the age classes of fish 1 to 4 years old took advantage in quantity, which accounted for 91.38% of the total population (Table 1). The standard length of the samples ranged 71 - 388 mm, of 55.07% of them within the range of 101 - 200 mm; the total weight was with the ranged of 4.0 - 916.2 g, of which 68.75% individuals weigh in 4.0 - 149.9 g (Fig. 2). The relationship between body weight and body length was described by the equation: $W = 0.008L^{3.148}$ ($n = 592$, $R^2 = 0.995$, $P < 0.01$) (Fig. 3). The T test showed that the growth of Humpback belonged to the “constant speed” type; and it was no significant difference between the males and females. According to the growth, the growth rate and acceleration growth rate equation of body length and body weight were described as $L_t = 49.103[1 - e^{-0.194(t + 0.268)}]$, $W_t = 1668.330[1 - e^{-0.194(t + 0.268)}]^{3.148}$. The growth inflexion point of the body weight and length was 5.64 years old, and its corresponding body length was 33.4 cm and body weight was 502.4 g (Fig. 4). The present mortality coefficient of Humpback is 0.80 (Fig. 5), natural death coefficient is 0.42, fishing mortality factor is 0.38, resource exploitation rate E is 0.48 / year. According to the method of body length analysis, the amount resources of the Humpback were estimated to be 1 809 710 individuals (15.18 t) in 2015 - 2016 (Fig. 6). In order to maintain the stability of the Humpback resources, it is suggested to catch those fish that is more than 33.4 cm in length.

Key words: Lake Changhu; Humpback, *Culter dabryi*; Age structure; Growth characteristics; Amount of resources

长湖, 地处长江、汉江之间的江汉平原腹地, 是江汉湖群中现存面积超过 100 km² 的大型湖泊之一, 拥有水域面积 140 km² (何勇凤等 2016)。其作为湖北省第三大湖泊, 不仅具有蓄洪、灌溉、养殖、航运、旅游、湿地保护等综合功能, 同时也是国家级鮰类水产种质资源保护区。但近年来, 因围网养殖、废水排放等使得水质污染加剧, 加上过度捕捞对长湖水生生物资源带来了不利影响(王旭歌等 2016)。

达氏鮰 (*Culter dabryi*) 隶属鲤形目 (Cypriniformes) 鲤科 (Cyprinidae) 鮰亚科 (Culterinae) 鮰属, 背部在头后隆起, 尾鳍下叶青灰色, 是江河和湖泊中常见的经济鱼类(陈宜瑜 1998), 其主要捕食对象是小型野杂鱼。因此, 维持达氏鮰在水体中的资源量, 对小型野杂鱼类的生态调控有着重要的作用(王银东等 2007)。目前, 国内关于达氏鮰的基础生物学研究已有一些报道(林永兵等 2008, 潘开宇等 2009, 杨建远等 2009)。本研究于 2015 年 9 月至 2016 年 8 月对长湖达氏鮰进行了周年样本采集, 并对达氏鮰的年龄、生长以及种群资

源现状进行了研究, 旨在为长湖达氏鮰的资源保护和合理开发利用提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样本采集

2015 年 9 月至 2016 年 8 月在长湖采集达氏鮰样本共 592 尾, 捕捞渔具为迷魂阵、地笼、围网等。对所有样本的全长、体长和体重进行测量, 全长、体长精确至 0.1 cm, 体重精确至 0.1 g, 采取鳞片作为达氏鮰年龄鉴定材料, 同时, 进行生物学解剖并记录性别。

1.2 样品处理

将带回的鳞片先用清水冲洗表面胶质及污物, 之后在 4% NaOH 溶液中浸泡 12 h, 然后置于载玻片上进行固定, 使用 OLYMPUS 显微镜进行观察。参照邓中彝等(1981)的方法进行年龄计数和确认; 如未观察到年轮, 则为 0⁺, 观察到一个年轮, 其外围尚有若干环片为 1⁺, 依次为 2⁺、3⁺等; 若年轮恰在鳞片的边缘, 则为 1、2、3 等。年龄鉴定时不了解样本的背景信息, 进行 3 次独立的年龄鉴定, 当鉴定结果

不一致时, 经查阅相关文献讨论后确定。鳞径和轮径测量均为鳞焦向正侧区的方向进行, 此处年轮清晰, 便于确定测量点 (殷名称 1995)。

1.3 数据分析

采用幂函数方程拟合达氏鲃的体长-体重关系 $W = aL^b$, 式中, W 为体重 (g), L 为体长 (cm), a 、 b 为关系系数。采用 t 检验方法检验拟合的 b 值与期望值 3.0 的差异 (Sokal et al. 1987)。同时采用残差平方和方法检验雌雄差异性 (邓中舜等 1981)。

采用最小二乘法拟合 von Bertalanffy 方程: $L_t = L_\infty[1 - e^{-k(t-t_0)}]$ 和 $W_t = W_\infty[1 - e^{-k(t-t_0)}]^b$, 式中, t 为年龄, L_t 和 W_t 分别表示 t 龄时的平均体长 (cm) 和体重 (g), L_∞ 和 W_∞ 分别表示渐进体长 (cm) 和体重 (g), k 为生长系数, t_0 为假设的理论生长起点年龄, b 为体长体重关系式的幂函数系数 (Chen et al. 1992)。

种群参数, 总死亡系数 (Z) 由 FiSATII 渔业评估软件中的体长转渔获物曲线模块进行估算 (詹秉义 1995)。自然死亡系数 (M) 根据 Pauly 经验公式获得 (Pauly et al. 1980)

$\ln M = -0.0066 - 0.279 \ln L_\infty + 0.6543 \ln k + 0.4634 \ln T$, 式中, T 表示栖息水域的年平均水温, 本研究中参考何勇凤等 (2015) 取 16.5°C 。捕捞死亡系数 $F = Z - M$, 鱼类资源开发率 $E = F/Z$ 。总死亡率 $A = 1 - e^{-Z}$, 自然死亡率 $v = (M \cdot A)/Z$, 捕捞死亡率 $u = A - v$ 。

资源量估算借助 FiSATII 中的体长股分析模块 (Length-structured VPA) 进行分析 (Gayanilo et al. 2005)。将达氏鲃的年渔获量按体长分组录入模块中, 输入 L_∞ 、 k 、 M 、 a 、 b 及 F_t (最大体长组捕捞死亡系数) 等参数, 运算后即可得各体长组的捕捞死亡系数和资源量。其中, F_t 采用迭代法确定, 初始值取 0.5 (吴斌等 2013)。各体长组资源量之和即为达氏鲃的年资源量。

本研究中所有数据采用 Excel2003、SPSS20.0、FiSATII 软件进行统计、分析和绘图。

2 结果与分析

2.1 年轮特征

达氏鲃的鳞片为圆鳞 (图 1), 外形略呈六边形, 鳞焦位于鳞片中央。鳞片最边缘到鳞焦中心距离几乎等同, 环片在前区和后区都较为清晰和完整, 与侧区环片近似同心圆排列。达氏鲃鳞片上的年轮标志主要为切割型 (图 1a) 和疏密型 (图 1b), 偶有破碎现象。部分个体具有副轮 (图 1c), 表现为轮纹曲折、排列不规则, 多局限于某一区域, 为不连续的半圆形, 副轮出现的概率为 6.4%。幼轮, 又称零轮, 出现在第一个生长年带上靠近鳞焦的区域, 幼轮轮径显著小于第一年轮轮径 (图 1d), 幼轮出现的概率为 12.3%。

2.2 达氏鲃种群体长和体重分布及年龄组成

592 尾长湖达氏鲃的体长范围为 $7.1 \sim 38.8 \text{ cm}$, 平均体长为 19.3 cm , 优势体长范围为 $10.1 \sim 20.0 \text{ cm}$, 占总尾数的 55.07%; 体重范围为 $4.0 \sim 916.2 \text{ g}$, 平均体重为 141.9 g , 优势体重范围为 $4.0 \sim 149.9 \text{ g}$, 占总尾数的 68.75% (图 2)。1~4 龄为优势年龄组, 共 541 尾, 占样本总量的 91.38%, 7 龄个体最少, 仅有 7 尾, 占 1.18%。

2.3 生长特性

2.3.1 体长和体重关系 592 尾样本中, 能够鉴定性别的有 513 尾 (表 1)。协方差结果显示, 雌性和雄性之间体长与体重关系无显著性差异。因此可用同一方程来拟合达氏鲃的体长与体重关系。达氏鲃体长 (cm) 与体重 (g) 呈幂函数增长关系 (图 3), 符合 $W = aL^b$ 规律, 两者关系式为 $W = 0.008L^{3.148}$ ($n = 592$, $R^2 = 0.995$, $P < 0.01$)。

2.3.2 鳞径与体长关系 选用线性函数、对数函数、二次函数、幂函数、指数函数 5 种回归模型对鳞径 (R) 与体长 (L) 关系分别进行拟合, 选用判定系数 (R^2) 最大者作为达氏鲃群体的最佳回归方程。相关系数最高为线性函数, 其方程为 $L = 5.482R + 64.971$ ($n = 592$, $R^2 = 0.962$)。

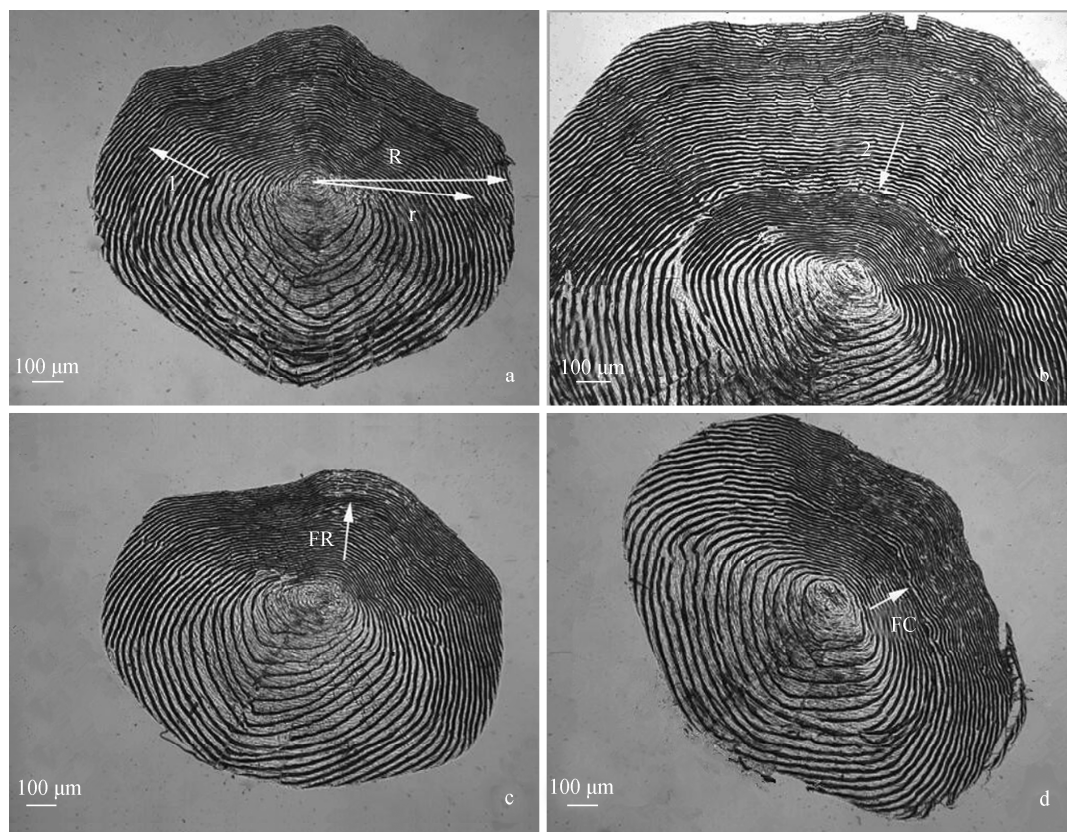


图1 长湖达氏鲃鳞片的形态与年轮特征

Fig. 1 Morphology and annual ring characteristics of scale of Humpback in Lake Changhu

a. 切割型 (箭头1): R. 鳞径, r. 轮径; b. 疏密型 (箭头2); c. 副轮 (FR); d. 幼轮 (FC)。

a. Cutting type (Arrow one): R. Scale radius, r. Ring radius; b. Sparse and dense type (Arrow two); c. False ring (FR); d. Fry check (FC).

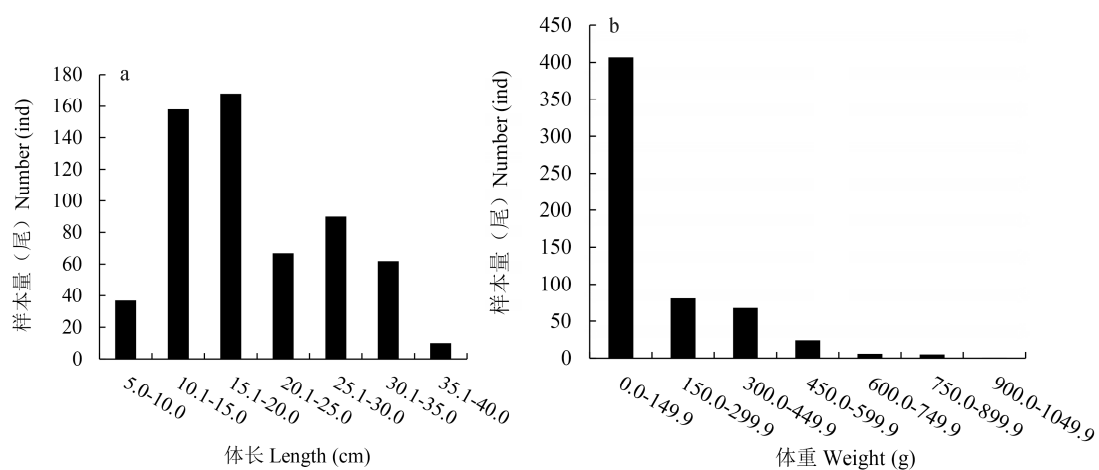


图2 长湖达氏鲃体长 (a) 和体重 (b) 分布

Fig. 2 Frequency distribution of body length (a) and weight (b) of Humpback in Lake Changhu

表 1 达氏鲌不同年龄组样本的平均体长和体重

Table 1 The averaged body length and body weight of different age groups in Humpback

年龄 Age	样本数 Number of specimen		体长 Body length (cm)			体重 Body weight (g)		
	♀	♂	♀	♂	P	♀	♂	P
1	31	58	10.6 ± 0.2	11.0 ± 0.1	0.637	14.1 ± 0.9	15.4 ± 0.5	0.515
2	92	123	17.0 ± 0.2	16.6 ± 0.2	0.607	59.2 ± 2.2	56.4 ± 2.0	0.871
3	34	47	23.7 ± 0.3	24.7 ± 0.3	0.054	169.4 ± 7.8	199.3 ± 8.8	0.014
4	41	36	28.9 ± 0.2	29.4 ± 0.2	0.507	324.9 ± 7.0	340.2 ± 8.4	0.402
5	19	17	32.7 ± 0.2	32.4 ± 0.3	0.576	485.1 ± 14.2	467.7 ± 13.4	0.781
6	4	4	34.7 ± 0.2	35.5 ± 0.4	0.383	604.1 ± 5.8	610.9 ± 16.6	0.149
7	4	3	37.5 ± 0.5	37.6 ± 1.0	0.191	826.3 ± 33.4	743.4 ± 65.6	0.224

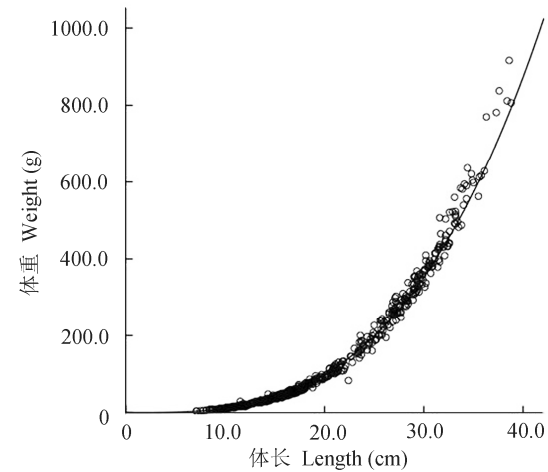


图 3 长湖达氏鲌的体长与体重关系

Fig. 3 Relationship between body length and body weight of Humpback in Lake Changhu

2.3.3 体长退算 将各龄鱼的鳞径、轮径代入上述方程中退算得到各年龄组的退算体长（表 2）。

2.3.4 生长方程、生长速度和拐点年龄 将各龄组退算体长按最小二乘法原理列回归方程，得出 $k = 0.194/a$ ， $L_{\infty} = 49.103 \text{ cm}$ ， $W_{\infty} = 1668.330 \text{ g}$ ， $t_0 = -0.268$ 龄。据此得出退算的达氏鲌体长和体重生长方程分别为： $L_t = 49.103[1 - e^{-0.194(t + 0.268)}]$ ， $W_t = 1668.330[1 - e^{-0.194(t + 0.268)}]^{3.148}$ 。

将上述方程分别求一阶和二阶微分，得到

体长和体重的生长速度方程和生长加速度方程。体长生长速度方程 $dL/dt = 9.526e^{-0.194(t + 0.268)}$ ，体重生长速度方程 $dW/dt = 1018.869e^{-0.194(t + 0.268)}[1 - e^{-0.194(t + 0.268)}]^{2.148}$ ，体长生长加速度方程 $d^2L/dt^2 = -1.848e^{-0.194(t + 0.268)}$ ，体重生长加速度方程 $d^2W/dt^2 = 197.661e^{-0.194(t + 0.268)}[1 - e^{-0.194(t + 0.268)}]^{1.148}[3.148e^{-0.194(t + 0.268)} - 1]$ 。

根据上述 4 方程，分别做出体长和体重生长速度、生长加速度曲线（图 4）。达氏鲌体长的增长随年龄的增加而下降，而体长生长速度则一直增加，最后趋于平缓；体重生长速度先增加后减小，达到最大时的年龄为 5.64 龄，对应体长 33.4 cm、体重 502.4 g，此处即为达氏鲌的生长拐点。体重生长加速度曲线表现为明显的“S”形状，在拐点之前，体重生长加速度值为正，其后则为负值。

2.4 种群参数

达氏鲌的体长转渔获物曲线见图 5，总死亡系数的拟合曲线为 $\ln N/\Delta t = 9.245 - 0.80t$ 。故总死亡系数 $Z = 0.80$ ，经 Pauly 经验公式，求得自然死亡系数 $M = 0.42$ ，捕捞死亡系数 $F = 0.38$ 。进而求得开发率 $E = 0.48$ 、总死亡率 $A = 0.55$ 、自然死亡率 $v = 0.29$ 、捕捞死亡率 $u = 0.26$ 。

2.5 资源量估算

利用 Length-structured VPA 模块估算达氏

表 2 长湖达氏鲃的退算体长

Table 2 Back calculated body length of Humpback in Lake Changhu

年龄 Age	尾数 Mantissa	退算体长 Back-calculated body length (cm)						
		L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7
1	137	10.83	—	—	—	—	—	—
2	243	10.13	16.13	—	—	—	—	—
3	84	12.28	18.51	22.09	—	—	—	—
4	77	12.85	18.71	24.75	29.03	—	—	—
5	36	12.29	16.78	25.10	28.58	32.17	—	—
6	8	12.37	16.55	24.09	28.80	32.52	34.72	—
7	7	12.12	15.86	24.24	28.76	33.05	35.31	37.69
退算体长均值 Weighted mean back-calculated body length		11.14	17.06	23.71	28.87	32.35	34.99	37.69
实测体长均值 Measured average body length		10.59	16.55	24.18	29.13	32.54	35.08	37.51

“—” 表示无数据。“—” indicates data deficiency.

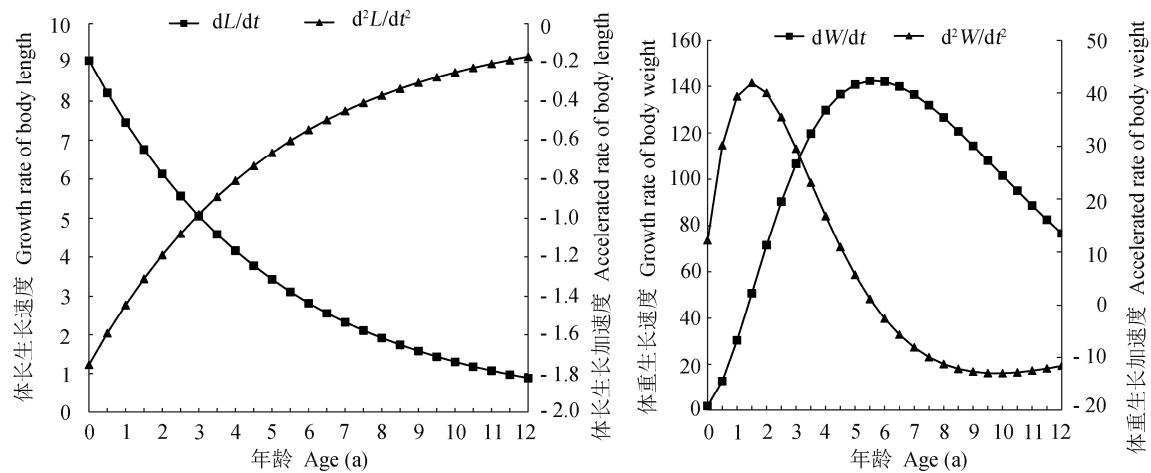


图 4 长湖达氏鲃体长、体重生长速度和生长加速度曲线

Fig. 4 Growth rate and growth acceleration rate curve of both body length and body weight of Humpback in Lake Changhu

鲃的资源量，通过 3 次迭代计算出其最大体长组的捕捞死亡系数 F_t 分别为 0.201、0.197、0.196，最后一次与前一次结果相差甚微，表明迭代运算可以结束。将 0.196 作为最终的 F_t 值输入模块中，个体体长在 15.5 cm 以下时，资源群体的损失以自然死亡为主，而在 15.5 cm 以上时，资源群体的损失以捕捞死亡为主（图 6）。长湖达氏鲃 2015 年至 2016 年度资源量为 1 809 710 尾；以生物量计，年资源量为 15.18 t。

3 讨论

3.1 长湖达氏鲃的生长特征

长湖达氏鲃体长与体重关系式 $W = aL^b$ 中的 b 值为 3.148，经 t 检验，参数 b 值与 3.0 没有显著差异（ $P > 0.05$ ），表明达氏鲃属于匀速生长类型，这与杨建远（2009）的研究结果相一致。长湖达氏鲃在拐点年龄以前，生长速度逐步加快，为鱼类旺盛生长期，拐点年龄过后，

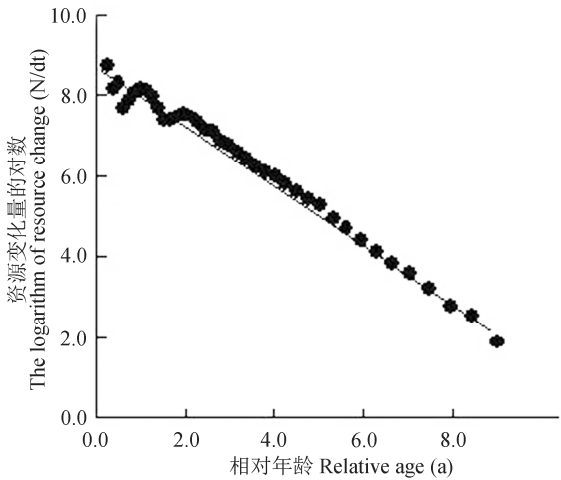


图 5 根据体长变换渔获曲线估计长湖达氏鲌的总死亡系数

Fig. 5 Estimate of total mortality coefficient from length converted catch curve for Humpback in Lake Changhu

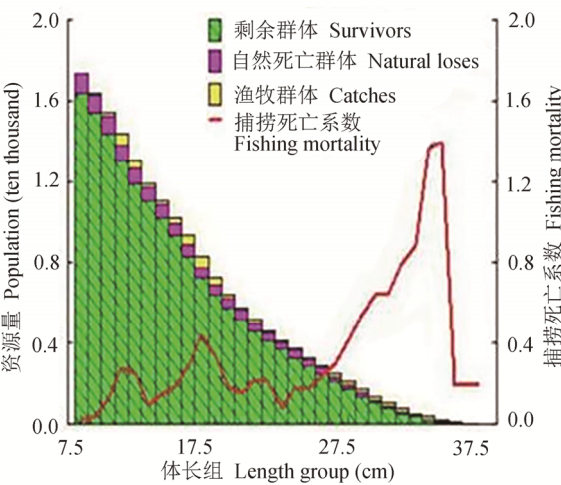


图 6 长湖达氏鲌的体长结构实际种群分析

Fig. 6 Length structured VPA for Humpback in Lake Changhu

生长速度渐趋缓慢，个体进入衰老期。在样本的调查采集过程中发现，达氏鲌的最小性成熟年龄为 2 龄，生长拐点年龄落后于性成熟年龄，这表明达氏鲌在性成熟后仍有一段快速生长期。通过对不同水域达氏鲌（谢从新 1995，王银东等 2007，林永兵等 2008，潘开宇等 2009，

杨建远等 2009）的生长参数进行比较（表 3），发现长湖达氏鲌的生长系数 k 比鄱阳湖、网湖、五岳水库及云龙湖水库达氏鲌 k 值小，但比道观河水库达氏鲌 k 值大，造成这种现象的原因可能与其水域生态环境、水体饵料生物的丰度以及种质资源差异有关（辛建峰等 2010），对此，还有待于进一步研究。不同水体中的达氏鲌生长拐点年龄、极限体长和极限体重差别较大，可能的原因是各水域所采集的样本量不同，导致所能捕捞到的达氏鲌高龄个体有一定差别，网湖、长湖和道观河水库均捕捞到了不同数目的 5~7 龄以上的高体重、大体长的个体，这直接导致推算出的极限体长和极限体重也较大。因此为了减小实验误差，在以后的采样中应兼顾不同网具和网目大小，保持样本量充足。

3.2 长湖达氏鲌资源的保护与合理利用

达氏鲌属于小型凶猛肉食性鱼类，保持合理的鲌属鱼类种群数量，可以将水体中未被利用的小型野杂鱼转化成经济价值较高的鱼产品，这对于增加渔业经济效益，维持水体中种间平衡具有十分重要的意义（覃亮等 2009，胡海彦等 2011）。本研究中东达氏鲌的开发率 E 为 0.48，尚未达到其最适开发率 0.5，但此次调查中发现长湖达氏鲌捕捞群体集中在 1~4 龄（占样本总量的 91.38%），高龄个体较少，表明对达氏鲌幼鱼的捕捞量过大，利用方式不合理。为了保障长湖达氏鲌资源的可持续利用，建议采取以下管理措施：（1）控制捕捞是保护鱼类资源的重要方法（曹文宣 2008），参照长湖达氏鲌的生长拐点年龄及生长曲线，建议起捕规格体长提高到 33.4 cm。同时，渔政部门应加强管理，严格限制电捕等有害渔具的使用，在繁殖季节实行禁渔期制度，保证幼鱼和亲鱼的正常生长。（2）加强长湖国家级鲌类水产种质资源保护区的建设和管理，促进对达氏鲌等长湖土著鲌类的有效保护。

表 3 不同水域达氏鲃生长参数比较

Table 3 Comparison of growth parameters of Humpback in different water area

水域 Territorial waters	生长系数 Growth factor (a)	拐点年龄 Inflection point age (t)	极限体长 Limit length (cm)	极限体重 Limit weight (g)	参考文献 References
长湖 Changhu Lake	0.19	5.64	49.1	1 668	
网湖 Wanghu Lake	0.24	4.55	47.3	1 502	谢从新 1995
鄱阳湖 Poyang Lake	0.22	6.08	35.3	775	杨建远等 2009
云龙湖水库 Yunlong Lake Reservoir	0.25	3.92	20.4	229	林永兵等 2008
道观河水库 Daoguanhe Reservoir	0.12	8.12	42.0	1 284	王银东等 2007
五岳水库 Wuyue Reservoir	0.56	2.58	20.3	112	潘开宇等 2009

参 考 文 献

- Chen Y, Jackson D A, Harvey H H. 1992. A comparison of vonbertalanffy and polynomial functions in modeling fish growth data. *Canadian Journal of Fish and Aquatic Sciences*, 49(6): 1228–1235.
- Gayaniilo F C, Sparre P, Paly D. 2005. *FAO-ICLARM Stock Assessment ToolsII (User's Guide)*. Worldfish Center FAO Rome, 42(8): 56–58.
- Pauly D. 1980. On the interrelationships between natural mortality. Growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *Ices Journal of Marine Science*, 39(2): 175–192.
- Sokal R R, Rohlf F J. 1987. *Introduction to Biostatistics*. New York: Freeman Press, 225–227.
- 曹文宣. 2008. 有关长江流域鱼类资源保护的几个问题. *长江流域资源与环境*, 17(2): 163–164.
- 陈宜瑜. 1998. 中国动物志: 硬骨鱼纲 鲤形目 (中卷). 北京: 科学出版社, 190–191.
- 邓中彝, 余志堂, 许蕴珩, 等. 1981. 汉江主要经济鱼类的年龄和生长 // 中国鱼类学会. 鱼类学论文集. 北京: 科学出版社, 97–111.
- 何勇凤, 李昊成, 王旭歌, 等. 2016. 长湖鱼类群落结构的时空变化. *长江流域资源与环境*, 25(2): 265–273.
- 何勇凤, 李昊成, 朱永久, 等. 2015. 湖北长湖富营养化状况及时空变化 (2012~2013 年). *湖泊科学*, 27(5): 853–864.
- 胡海彦, 狄瑜, 赵永锋, 等. 2011. 蠡湖 4 种鲃鱼形态特征的比较研究. *云南农业大学学报: 自然科学版*, 26(4): 488–494.
- 林永兵, 沈建忠, 李鸿, 等. 2008. 云龙湖水库青梢鲃的生长特性. *淡水渔业*, 38(2): 8–11.
- 潘开宇, 杨东辉, 邢国新. 2009. 五岳水库青梢红鲃的生物学研究. *水生态学杂志*, 2(5): 75–79.
- 覃亮, 熊邦喜, 王基松, 等. 2009. 鲃属鱼类在天然水域中的生态功能及资源增值对策. *湖北农业科学*, 48(1): 233–236.
- 王旭歌, 何勇凤, 李昊成, 等. 2016. 长湖短颌鲃的年龄与生长特性. *淡水渔业*, 46(3): 29–33.
- 王银东, 熊邦喜, 马徐发, 等. 2007. 湖北道观河水库青梢鲃 (*Culter dabryi*) 的个体生殖力. *海洋与湖沼*, 38(2): 180–187.
- 吴斌, 方春林, 贺刚, 等. 2013. FiSATII 软件支持下的体长股分析法探讨. *南方水产科学*, 9(4): 94–98.
- 谢从新. 1995. 网湖三种鱼类的生长. *水利渔业*, 4(1): 13–15.
- 辛建峰, 杨宇峰, 刘焕章, 等. 2010. 长江上游长鳍吻鲈年龄与生长的研究. *四川动物*, 29(3): 352–356.
- 杨建远, 张小谷, 孙丽群. 2009. 江西鄱阳湖达氏鲃生长特征研究. *江西农业大学学报*, 31(2): 336–340.
- 殷名称. 1995. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社, 11–29.
- 詹秉义. 1995. 渔业资源评估. 北京: 中国农业出版社, 25–28.