

鄱阳湖通江水道翘嘴鲌(*Culter alburnus*)的生物学参数估算*

张燕萍 吴斌 方春林 陈文静^① 贺刚 傅培峰
周辉明 王生 俞泽溪

(江西省水产科学研究所 农业部湖泊渔业资源环境科学观测实验站 南昌 330000)

摘要 利用2012年3月–2013年2月在鄱阳湖通江水道进行的定置网渔获物调查的数据,运用软件FiSAT II对翘嘴鲌(*Culter alburnus*)的生长参数以及种群补充模式进行了估算。结果显示,鄱阳湖通江水道翘嘴鲌体长范围为93–645 mm;体长(L , mm)和体重(W , g)的关系式为 $W = 0.9 \times 10^{-5} L^{3.029}$ ($R^2=0.975$, $n = 317$), von Bertalanffy生长方程的各参数:渐近体长 $L_{\infty} = 677.25$ mm,生长系数 $K = 0.140$,理论生长起点年龄 $t_0 = -0.854$ 。总死亡系数 $Z = 1.514/a$,自然死亡系数 $M = 0.173/a$,捕捞死亡系数 $F = 1.341/a$ 。鄱阳湖通江水道翘嘴鲌开发率 $E = 0.886$,资源处于过度利用状态。种群补充模式表明,鄱阳湖通江水道翘嘴鲌种群补充期在4–8月。因此,建议适当延长鄱阳湖的禁渔期,以利于其资源的恢复与保护。

关键词 翘嘴鲌; 鄱阳湖; FiSAT II; 生长

中图分类号 Q178.53 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2015)05-0026-05

通江水道始于湖口水域,止于水道末端的新乡池水域,全长约40 km,是连通鄱阳湖与长江的唯一通道,也是江湖鱼类交流的必由之路。作为长江干流仅存的两个大型通江湖泊之一,鄱阳湖是江湖洄游性鱼类重要的摄食、肥育场所,同时也是—些过河口洄游性鱼类的繁殖通道或繁殖场所,在长江鱼类种质资源和生物多样性保护方面发挥着重要作用(常剑波等,1999)。

翘嘴鲌(*Culter alburnus*)是鲌属中体型最大的一种,尤其在我国中东部平原地区的江河、湖泊和水库中,其产量最高,是我国内陆天然水域中的重要经济鱼类之一。翘嘴鲌在鄱阳湖中占有重要位置,近些年,由于过度捕捞,水域生态条件的变迁以及水质污染等原因,鄱阳湖天然野生翘嘴鲌种群资源量逐年下降并呈现低龄化、小型化的趋势。目前,关于鄱阳湖通江水道鱼类研究报道较少,有关鄱阳湖通江水道上翘嘴

鲌生长参数未见报道。本研究根据2012年3月–2013年2月鄱阳湖通江水道翘嘴鲌的周年监测数据,建构了翘嘴鲌体长频率数据库,运用FiSAT II软件(杨少荣等,2010;吴斌等,2013;高春霞等,2014)中的相关模块估算了翘嘴鲌的生长和死亡参数,旨在探讨鄱阳湖通江水道生境条件下,鱼类的生存状况,进而为指导鄱阳湖翘嘴鲌的合理捕捞规格、繁殖保护和可持续利用提供科学依据,同时也为该湖泊鱼类资源的科学管理与合理开发提供参考建议,促进鄱阳湖渔业持续、健康发展。

1 材料与方法

1.1 数据来源

2012年3月–2013年2月每月中下旬在鄱阳湖通江水道屏峰段进行实地渔业资源调查,随机抽样定置

* 江西省科技重大专项(20114ABG01100-1-02-2)、江西省科技计划项目(20141BBF60036, 20135BBF61117)、赣鄱英才555工程刀鲚调查专项基金和农业部长江中上游渔业资源环境重点野外科学观测测试验站开放基金(YWTZ/(014-0)共同资助。张燕萍, E-mail: zhangyanpingxie@163.com

^① 通讯作者: 陈文静, 研究员, E-mail: 418215117@qq.com

收稿日期: 2014-10-10, 收修改稿日期: 2015-01-20

网采集的翘嘴鲌, 共测量了翘嘴鲌 73.74 kg、317 尾。对采集到的翘嘴鲌进行体长和体重测定, 分别精确到 1 mm 和 0.1 g。

1.2 计算方法

1.2.1 体长和体重关系 采用幂函数关系拟合翘嘴鲌的体长和体重关系, 关系式为: $W = aL^b$ (殷名称, 1995)。式中, W 为体重(g); L 为体长(mm); a 为条件因子; b 为幂指数。

1.2.2 生长参数推算 以 10 mm 为组距, 将体长分为 56 组, 依次为 90–100 mm、100–110 mm...630–640 mm、640–650 mm。分别采用 FiSAT II 软件中的 ELEFAN I 法、Shepherd's 法对鄱阳湖通江水道翘嘴鲌的生长参数 L_∞ 、 K 进行估算 (Gayaniilo *et al*, 2005) 理论生长起点年龄 t_0 , 是根据 Pauly (1980) 经验公式获得。

$$\ln(-t_0) = -0.3922 - 0.2752 \ln L_\infty - 1.038 \ln K$$

式中, t_0 为理论生长起点年龄; L_∞ 为渐近体长; K 为生长系数。

运用 FiSAT 软件中的体长变换渔获曲线法估算

总死亡系数 Z , 采用 FiSAT II 中自然死亡率估算模块估算自然死亡率 M (Pauly *et al*, 1987; 詹秉义, 1995)。
 $\text{Log}M = 0.0066 - 0.279 \log L_\infty + 0.6543 \log K + 0.4634 \log T$ 。

1.2.3 种群补充模式 种群补充模式是依据其体长数据, 利用 FiSAT II 软件进行推算, 输入参数 L_∞ 、 K , 重构鱼类每年的种群补充期。

2 结果

2.1 体长和体重分布

通过周年监测发现, 鄱阳湖通江水道翘嘴鲌体长范围为 93–645 mm, 其中 120–180 mm 为优势体长组, 250–310 mm 为次优势体长组, 优势和次优势体长组的个体分别占总个体数的 46.37% 和 24.61%。体重范围为 6.7–2650 g, 优势体重小于 100 g, 占总数的 51.74%。通江水道翘嘴鲌体长和体重分布见图 1 和图 2。

2.2 体长与体重关系

将鄱阳湖通江水道翘嘴鲌体长(L , mm)和体重(W , g)

表 1 鄱阳湖通江水道翘嘴鲌每月渔获物生物学参数

Tab.1 Biological parameters of monthly catches for *Culter alburnus* in the waterway connecting the Poyang Lake and the Yangtze River

采样时间(月) Sampling time (Month)	数量 Number	体长 Body length (Mean±SD)	体重 Body weight (Mean±SD)
1 月(January)	26	20.8±8.3	168.2±169.6
2 月(February)	16	19.5±9.1	175.2±204.8
3 月(March)	52	18.4±8.5	113.1±164.7
4 月(April)	21	20.2±10.2	179.5±308.6
5 月(May)	19	21.5±8.9	173.5±230.2
6 月(June)	23	21.9±5.3	182.2±246.8
7 月(July)	57	22.2±9.8	200.2±415.9
8 月(August)	24	27.8±9.9	307.0±263.2
9 月(September)	12	23.9±8.6	215.8±237.7
10 月(October)	29	19.5±7.8	154.2±261.2
11 月(November)	20	28.8±7.8	359.1±251.5
12 月(December)	18	27.3±7.8	363.7±469.0

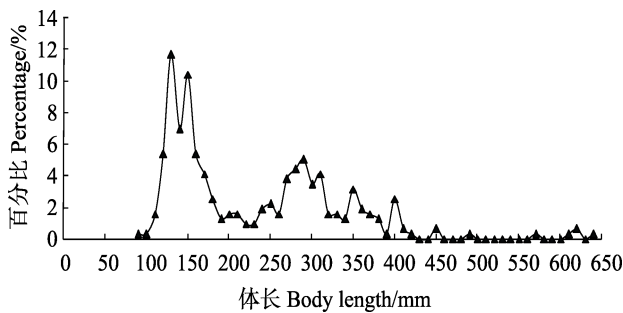


图 1 鄱阳湖通江水道翘嘴鲌体长分布

Fig.1 Body length distribution of *C. alburnus* in the waterway connecting the Poyang Lake and the Yangtze River

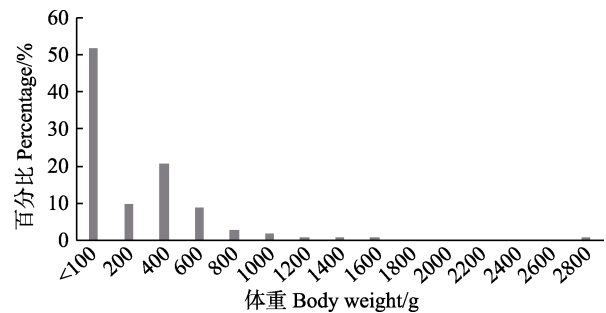


图 2 鄱阳湖通江水道翘嘴鲌体重分布

Fig.2 Body weight distribution of *C. alburnus* in the waterway connecting the Poyang Lake and the Yangtze River

进行幂指数曲线拟合,结果表明,其体长和体重关系的最优回归方程为: $W = 0.9 \times 10^{-5} L^{3.029}$ ($R^2=0.975, n = 317$), 且其幂指数值为 3.029, 略大于 3 ($P>0.05$), 为等速生长类型(图 3)。

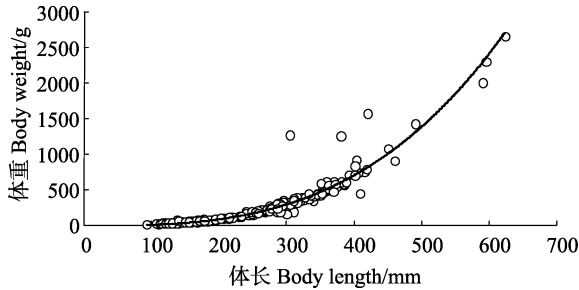


图 3 鄱阳湖通江水道翘嘴鲌体长和体重关系式
Fig.3 Body length-weight relationship of *C. alburnus* in the waterway connecting the Poyang Lake and the Yangtze River

2.3 生长参数及生长方程

翘嘴鲌为等速生长(其幂指数值稍大于 3), 因此, 可以用 VBGF 生长方程来描述其生长规律。输入体长数据后, 运行 FiSAT II 软件中的 ELEFAN I 法或 Shepherd's 法中的 K 扫描模块均可得其渐近体长 677.25 mm, 生长参数 $K = 0.140$ 。进一步将上述结果代入公式, 得到鄱阳湖通江水道翘嘴鲌理论生长起点年龄 $t_0 = -0.854$, 因此, 其体长、体重生长方程分别为: $L = 677.25[1 - e^{-0.140(t+0.854)}]$; $W = 3377.4[1 - e^{-0.140(t+0.854)}]^{3.029}$, 并绘制出其生长曲线(图 4)。

根据体长变换渔获曲线法估算鄱阳湖通江水道翘嘴鲌的总死亡系数(Z), 即以年龄表示的线性方程用体长来表示。回归数据点的选取以“未全面补充年龄段和全长接近渐近全长的年龄段不能用来回归”为

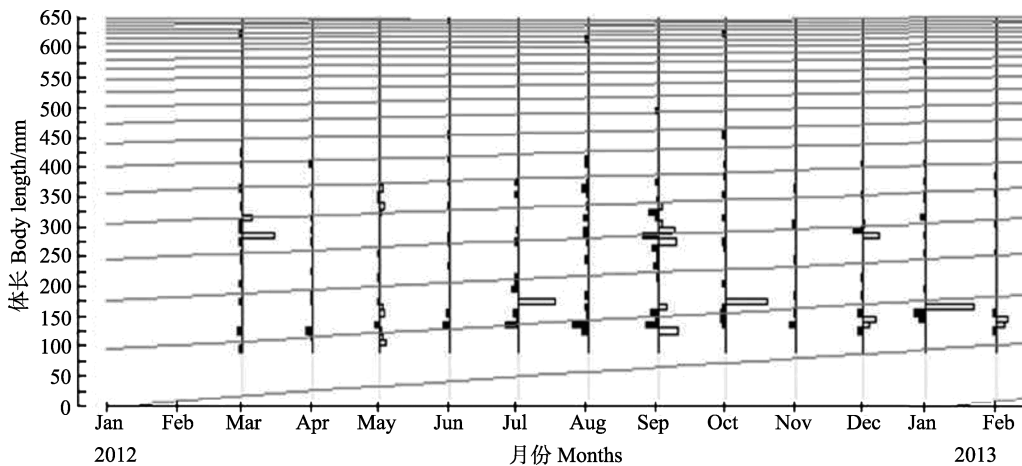


图 4 鄱阳湖通江水道翘嘴鲌的体长频率时间序列及应用 Shepherd's 方法估计的生长曲线
Fig.4 Size frequency of *C. alburnus* in the waterway connecting the Poyang Lake and the Yangtze River and growth curves estimated by Shepherd's method

原则, 选择了 16 个点进行线性回归(图 5), 拟合的直线方程为: $\ln(N/t) = -1.514t + 13.262$ ($R^2=0.9363$), 估算的总死亡系数 $Z=1.514$, 95%的置信区间为 1.740-1.287。

本研究还选择了另一个常用估算总死亡系数的方法, 即软件中的 B-H 模式, 鄱阳湖通长江水道 317 尾翘嘴鲌的平均体长为 229.08 mm, 最小体长为 93 mm。根据体长频率数据估算的生长参数 $L_{\infty} = 677.25$ mm, $K=0.140$, $T=19.0^{\circ}\text{C}$ (本研究采用实测月平均水温), 带入 Pauly(1987)经验公式计算得出, 鄱阳湖通江水道翘嘴鲌的自然死亡系数 $M=0.173$ 。总死亡系数 Z 为自然死亡系数 M 和捕捞死亡系数 F 之和, 本研究分别把体长变换渔获曲线法和 B-H 模式法估算的总死亡系数与自然死亡系数进行比较, 发现用 B-H 模式法估算的总死亡系数明显不合理, 因此取体长变换渔获曲线法所得的总死亡系数 $Z = 1.514$, 计算出捕捞死亡

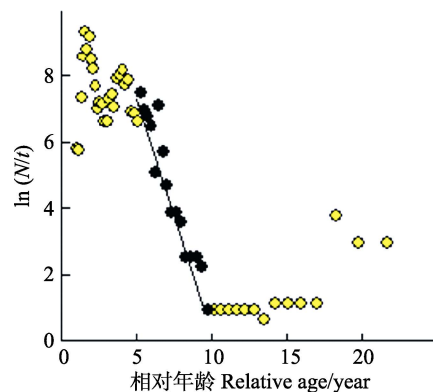


图 5 根据体长变换渔获曲线估算总死亡系数
Fig.5 Estimation of total mortality parameter from length converted catch curve

黑点(估算点)和黄点(舍弃点)均表示体长组
The body length group are shown respectively by black spots (estimation point) and yellow dots (cut-off point)

系数 $F=1.341$; 由 $E=F/Z$ 得出鄱阳湖通江水道翘嘴鲌的开发率 $E=0.886$ 。为了量化平均水温、生长系数 K 和渐近体长 L_{∞} 对自然死亡系数 M 估算的影响, 本研究设计了不同的梯度水平下, 进行相关估算, 所得结果见表 2。

表 2 不同条件下鄱阳湖通江水道翘嘴鲌自然死亡系数的估算

Tab.2 Estimation of natural mortality parameter for *Culter alburnus* in the waterway connecting the Poyang Lake and the Yangtze River under different conditions

平均水温 Means of water temperature(°C)	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0
M	0.168	0.170	0.173	0.175	0.177
K	0.160	0.150	0.140	0.130	0.120
M	0.188	0.180	0.173	0.164	0.156
L_{∞} (mm)	611.22	643.39	677.25	710.86	746.40
M	0.178	0.175	0.173	0.170	0.168

2.4 种群补充

种群补充模式表明, 鄱阳湖通江水道翘嘴鲌的种群补充是连续的, 即 4–8 月为主要补充期(图 6)。

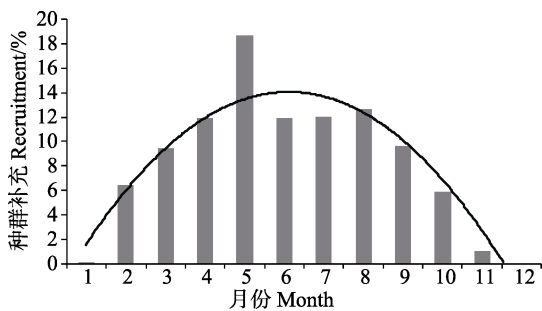


图 6 鄱阳湖通江水道翘嘴鲌种群补充模式

Fig.6 Recruitment pattern of *C. alburnus* in the waterway connecting the Poyang Lake and the Yangtze River

3 讨论

多年调查资料显示, 2002 年以后, 鄱阳湖经济鱼类种群结构呈现低龄化、小型化; 渔获物个体偏小, 种群资源量不断下降。通过对鄱阳湖通江水道翘嘴鲌的周年监测发现, 其优势体在 120–180 mm 和 250–310 mm, 体重主要集中在 100 g 以下。理论上推算, 鄱阳湖通江水道翘嘴鲌的最大体长可达 677.25 mm,

体重可达 3377.4 g, 这表明通江水道翘嘴鲌的生长潜力远没有发挥出来, 这可能是因为其处于江、湖交流通道这一特殊生境, 水道的挖沙、吸螺等活动相对较频繁, 使得生态环境相对恶劣, 过度捕捞也进一步加剧了翘嘴鲌的小型化。

鄱阳湖通江水道翘嘴鲌的渐近体长 L_{∞} (677.25 mm) 和渐近体重 (3377.4 g) 明显小于鄱阳湖湖区(张小谷, 2008)、兴凯湖(韩英等, 2005; 赵春霞等, 2006)、武湖(胡秋元等, 2000)、松花江水系(黄权等, 2003)以及徐家河水库(覃亮, 2009¹⁾)等水域的研究结果, 这与通江水道翘嘴鲌种群结构呈现低龄化、小型化趋势是相吻合的。该研究中鄱阳湖通江水道翘嘴鲌的体长体重关系式中的 b 值为 3.029, 与兴凯湖、徐家河水库的研究结果相一致(韩英等, 2005; 赵春霞等, 2006; 覃亮, 2009¹⁾), 但小于鄱阳湖区、武湖等水域(胡秋元等, 2000; 张小谷, 2008²⁾), 表示不同水域翘嘴鲌的生长速度不同, 这可能与水域环境、饵料丰度及种质资源等有关。

从捕捞强度来看, 按照 Gulland(1971)提出的关于一般鱼类最适利用率为 0.5 来判断, 本研究中鄱阳湖通江水道翘嘴鲌的开发率 $E=0.886$, 说明资源处于过度利用。通江水道翘嘴鲌的生长参数值为 0.140, 小于鄱阳湖湖区(0.1667)(张小谷, 2008), 但明显大于武湖(0.10)(胡秋元等, 2000)、兴凯湖(0.093 和 0.117)(韩英等, 2005; 赵春霞等, 2006)及徐家河(0.0899)(覃亮, 2009¹⁾), 这可能与本研究是基于体长频率数据进行相关估算, 而其他研究是基于年龄结构数据进行推算有关。体长频率法是利用体长频率的时间序列对参数进行估算, 可以较好地反映鱼体 1 龄以内的生长情况, 而通过年龄拟合的生长曲线存在无法描述 1 龄以内鱼体生长的天然缺陷(高春霞等, 2014)。

目前鄱阳湖禁渔时间是 3 月 20 日–6 月 20 日, 本研究发现通长江水道翘嘴鲌种群补充期峰值是出现在 4–8 月, 而翘嘴鲌的繁殖高峰期在 6 月中旬–8 月上旬。因此, 为了给通江水道翘嘴鲌提供一个良好的繁衍栖息地, 应适当地延长鄱阳湖的禁渔期, 对翘嘴鲌资源的恢复与保护具有重大现实意义。

参 考 文 献

杨少荣, 马宝珊, 孔焰, 等. 三峡库区木洞江段圆口铜鱼幼鱼的生长特征及资源保护. 长江流域资源与环境, 2010, 19(2): 52–57

1) 覃亮. 徐家河水库翘嘴鲌年龄与生长和繁殖生物学研究. 华中农业大学硕士研究生学位论文, 2009, 13–44
2) 张小谷. 鄱阳湖四种鲌形态与生长的比较研究. 华中农业大学博士研究生学位论文, 2008, 71–77

- 吴斌, 方春林, 贺刚, 等. FiSAT II 软件支持下的体长股分析法探讨. 南方水产科学, 2013, 10(4): 94-98
- 赵春霞, 王秀娜. 兴凯湖翘嘴红鲌的生物学特性及养殖研究现状. 黑龙江八一农垦大学学报, 2006, 18(5): 48-50
- 胡秋元, 陶仁勇, 龚世园, 等. 武湖翘嘴红鲌年龄和生长的研究. 水利渔业, 2000, 20(2): 46-47
- 殷名称. 鱼类生态学. 北京: 中国农业出版社, 1995, 1-200
- 高春霞, 田思泉, 戴小杰. 淀山湖刀鲚的生物学参数估算及其单位补充量渔获量. 应用生态学报, 2014, 25(5): 1506-1512
- 黄权, 刘春力, 赵静, 等. 松花江水系翘嘴红鲌生长模型的研究. 吉林农业大学学报, 2003, 25(1): 105-106
- 常剑波, 曹文宣. 通江湖泊的渔业意义及其资源管理对策. 长江流域资源与环境, 1999, 8(2): 153-157
- 韩英, 王昕阳, 尹海富. 兴凯湖翘嘴红鲌生长式型的研究. 大连水产学院学报, 2005, 20(3): 218-221
- 詹秉义. 渔业资源评估. 北京: 中国农业出版社, 1995, 312-315
- Gayanilo F, Sparre P, Pauly D. The FAO - ICLARM Stock Assessment Tools II (User's Guide). Rome: FAO Computerized Information Series (Fisheries) 2005,
- Gulland JA. Fish stock assessment: A manual of basic methods. New York: FAO/ Wile. 1971, Ser 1, 223
- Pauly D, Moggan GR. Length-based methods in fisheries research ICL ARM Conference proceedings. 1987
- Pauly D. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J Mar Sci, 1980, 39(2): 175-192

(编辑 江润林)

The Estimation of Biological Parameters for *Culter alburnus* in the Waterway Connecting the Poyang Lake and the Yangtze River

ZHANG Yanping, WU Bin, FANG Chunlin, CHEN Wenjing^①, HE Gang, FU Peifeng, ZHOU Huiming, WANG Sheng, YU Zexi

(Fisheries Research Institute of Jiangxi Province, Scientific Observing and Experimental Station of Fishery Resources and Environment in Poyang Lake, Ministry of Agriculture, Nanchang 330000)

Abstract In the present study, monthly carapace length frequency data of *Culter alburnus* were collected from the set net fishery survey in the waterway connecting the Poyang Lake and the Yangtze River from March 2012 to February 2013. ELEFAN I and Shepherd's methods in the software package FiSAT II were used to analyze the growth, mortality rates and recruitment pattern of an unexploited population of *C. alburnus*. The results showed that the length of *C. alburnus* population ranged from 93 to 645 mm, and that the relationship between body length (L , mm) and body weight (W , g) can be expressed as $W=0.9 \times 10^{-5} L^{3.029}$ ($R^2=0.975$, $n=317$). The estimated parameter for von Bertalanffy growth equation was $L_{\infty}=677.25$ mm, $K=0.140$, and $t_0=-0.854$. Total mortality (Z) was 1.514/a, natural mortality (M) was 0.173/a, and fishing mortality (F) was 1.341/a. The exploitation rate of *C. alburnus* was 0.886, suggesting resources of *C. alburnus* were on the state of overexploitation in the study area. The recruitment pattern with less efficiency from April to August suggested that fishing ban period should be adjusted in order to restore and conserve the populations of *C. alburnus*.

Key words *Culter alburnus*; Poyang Lake; FiSAT II; Growth

① Corresponding author: CHEN Wenjing, E-mail: 418215117@qq.com