

文章编号: 1674-5566(2010)05-0615-07

澄湖似刺鲃的个体繁殖力的研究

张呈祥¹, 徐钢春², 顾若波², 许爱国³

(1. 江苏江阴市水产指导站, 江苏 江阴 214431;

2. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心, 江苏 无锡 214081;

3. 江苏省苏州市水产养殖场有限公司, 江苏 苏州 215127)

摘要: 对澄湖 48尾产卵前成熟似刺鲃雌鱼的个体绝对繁殖力(F)、体长相对繁殖力(F_L)和体重相对繁殖力(F_W)分布特征、变化规律及与体型若干形态学指标的关系进行了研究。结果显示, 似刺鲃样本由 1~5龄鱼组成, F主要变幅在 $1.71 \times 10^4 \sim 3.83 \times 10^4$ 粒之间(平均为 2.45×10^4 粒); F_L 主要变幅在 $0.94 \times 10^3 \sim 1.52 \times 10^3$ 粒/cm之间(平均为 1.13×10^3 粒/cm); F_W 主要变幅在 95~155 粒/g之间(平均为 119 粒/g)。F与体长、体重和年龄分别呈二次函数、直线和三次函数相关, F_L 与体长、体重均呈三次函数关系, F_W 与它们相关不显著。综合分析, 在进行渔业生产时以体长 21~23 cm、年龄 2~3龄鱼为人工催产亲本为宜。采用 SPSS软件的曲线回归分析其 F和 F_L 均与体长、体重和成熟系数密切相关, 而 F_W 仅与成熟系数相关, 在实际中可直接用体长、体重同繁殖力的关系来预测似刺鲃的绝对繁殖力。

关键词: 似刺鲃; 个体繁殖力; 澄湖

中图分类号: S 917 **文献标识码:** A

Fecundity of *Paracanthobrama guichenoti* in Lake Cheng

ZHANG Cheng-xiang¹, XU Gang-chun², GU Ruo-bo², XU Ai-guo³

(1. Spread Station of Aquaculture Technology of Jiangyin, Jiangyin 214431, China;

2. Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fishery Sciences, Wuxi 214081, China;

3. Suzhou Aquacultural Farm Co., Ltd., Suzhou 215127, China)

Abstract: The aim of the present study was to identify the distribution, change and relationship of the individual absolute fecundity (F) and relative fecundity (F_L in eggs/cm and F_W in eggs/g). 48 specimens of *Paracanthobrama guichenoti* were obtained from Lake Cheng in 2008. F varies from 17 100—38 300 (average 24 500) eggs, F_L from 940—1 520 (average 1 130) eggs/cm, and F_W from 95—155 (average 119) eggs/g. The relations of F of *Paracanthobrama guichenoti* to body length, body weight and age are shown to be quadratic, linear and cubic positively, respectively. The relations of F_L to body length and body weight are shown to be cubic positively, but F_W is not related to body character indexes. The mature fish should have the body length from 21—23 cm and age from 2—3 years. Curve estimation regression analyses via SPSS software showed its F and F_L significantly related with body length, weight and maturing coefficient, but relative

收稿日期: 2009-12-01

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);农业部水生动物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: 张呈祥(1963—),男,高级工程师,主要从事鱼类养殖技术开发与推广方面的研究。E-mail: jyszcxs@sina.com

通讯作者: 顾若波, E-mail: guib@ffrc.cn

fecundity per gram (F_w) only with maturing coefficient. Furthermore based on the relationship between individual fecundity and morphological indices, the individual fecundity and reproduction ability of fish population should be estimated and forecasted. Overall, the results of the present study indicated that the relationship between body weight and fecundity was closer than that of body length and age. In a way, it is suitable to use the body weight of *Paracanthobrama guichenoti* to estimate the population productiveness.

Key words: *Paracanthobrama guichenoti*; fecundity; Lake Cheng

似刺鳊鲃(*Paracanthobrama guichenoti* Bleeker), 隶属鲤形目、鲤科、鲃亚科、似刺鳊鲃属^[1], 又叫拟刺鳊鲃^[2], 俗称石鲫, 主要分布在我国长江中、下游干流及附属湖泊的一种中小型经济鱼类, 在澄湖有一定量的分布。似刺鳊鲃肉质细嫩、味道鲜美、营养丰富, 深受消费者青睐, 是餐桌上的珍品^[3], 随着近年来太湖等湖泊自然生态环境的改变和人为滥捕, 导致水域中似刺鳊鲃群体数量急剧减少, 因此, 此资源的保护和增殖是目前亟待解决的问题。

个体繁殖力是似刺鳊鲃繁殖生物学研究的重要组成部分, 殷名称^[4]曾对太湖似刺鳊鲃的繁殖与死亡作过系统的研究, 也进行了繁殖力的测定, 林植华等^[5]也报道了浙江瓯江似刺鳊鲃繁殖力, 但近年来, 由于太湖、昆承湖该种鱼类资源急剧减少且规格越来越小, 人工繁殖技术的攻关也就提上了日程。似刺鳊鲃为苏州澄湖中重要的经济鱼类, 因澄湖的生态养殖模式使得似刺鳊鲃资源一枝独秀, 本实验对苏州澄湖似刺鳊鲃的个体繁殖力进行研究分析, 旨在探讨其在澄湖自然增殖的规律, 为似刺鳊鲃种群数量变动、人工繁殖技术的开展提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 采样地点

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, 宽 9 km, 总面积 3 800 hm², 容积为 0.83 亿 m³, 水深为 2~3 m, 平均为 2.18 m。

1.2 样品采集和测定

2008年3月23日, 在澄湖渔获物中, 随机选取了性腺发育为Ⅳ~Ⅴ期的成熟雌鱼 48尾, 对样

本体长、体重和性腺重等形态学指标进行了测定, 并计算成熟系数(性腺成熟系数 = 100 × 性腺重 / 体重)。经生物学测定后, 每尾取其背鳍下方、侧线上方鳞片 4~5枚作年龄鉴定。其卵巢取出后, 用 10% 福尔马林溶液固定, 以重量法计数生殖力。

重量法计数卵粒: 用滤纸吸干卵巢表面的水分后, 以精度为 0.001 g 的电子天平称卵巢总量和样品重量。样品每尾 1 g (带膜, 取卵巢的前、中、后部各 0.3 g 左右), 稀释后, 用移液管逐次吸至浮游动物计数框内, 在 XTL-3400 连续变倍体视显微镜下计数沉淀了卵黄的卵粒, 最后把样品所计的卵粒数再换算成整个卵巢的卵量。

1.3 数据处理

将所测数据采用 SPSS 11.0 统计软件处理, 采用线性函数 (Linear)、二次函数 (Quadratic)、复合函数 (Compound)、生长函数 (Growth)、对数函数 (Logarithmic)、三次函数 (Cubic)、S 形曲线 (S)、指数函数 (Exponential)、逆函数 (Inverse)、幂函数 (Power)、逻辑函数 (Logistic) 方程拟合, 以相关系数 R^2 最大者作为最佳回归方程, 以 Excel 2003 制图。

2 结果与分析

2.1 似刺鳊鲃个体繁殖力的样本年龄组成

用于似刺鳊鲃繁殖力测定的样品 48 尾, 经鉴定由 5 个年龄组组成 (表 1)。

2.2 似刺鳊鲃个体繁殖力的分布

由图 1 显示, 似刺鳊鲃个体绝对繁殖力 (F) 主要变幅在 $1.71 \times 10^4 \sim 3.83 \times 10^4$ 粒之间, 占样品总数的 89.58%, 平均为 2.45×10^4 粒; 体长相对繁殖力 (F_L) 主要变幅在 $0.94 \times 10^3 \sim 1.52 \times 10^3$ 粒 / cm 之间, 占样品总数的 83.33%, 平均为 1.13×10^3 粒 / cm; 体重相对繁殖力 (F_w) 主要变

幅在 95~155粒 /g之间,占样品总数的 89.58%, 平均为 119粒 /g

表 1 似刺鲃样本的基本数据

Tab. 1 The basic data of *Paracanthobrama guichenoti* specimens sampled

年龄组	尾数	体长 (cm)		体重 (g)	
		范围	平均值	范围	平均值
1+	5	18.5~19.0	18.22±0.22	141.8~147.2	144.84±2.11
2+	15	18.7~24.6	20.11±1.71	119.2~287.0	169.03±46.70
3+	14	20.3~25.3	22.11±1.45	179.6~350.7	233.47±50.50
4+	11	20.0~25.5	22.54±2.14	159.2~372.4	247.50±79.70
5+	3	20.2~25.3	22.33±2.65	215.5~310.6	248.40±53.89

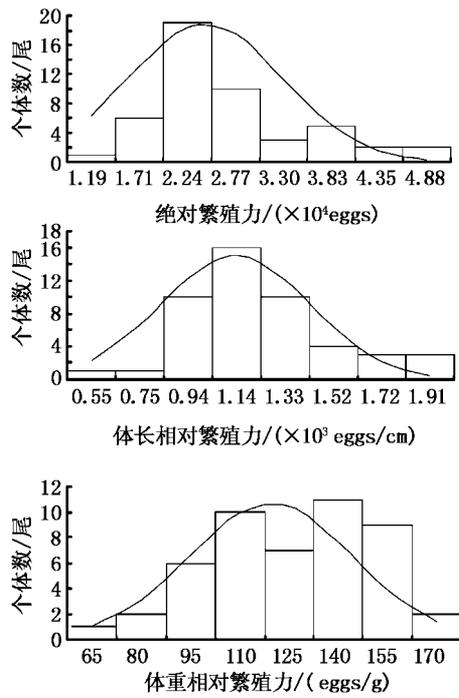


图 1 似刺鲃的个体繁殖力分布频率
Fig 1 Frequency distribution of *Paracanthobrama guichenoti* fecundity

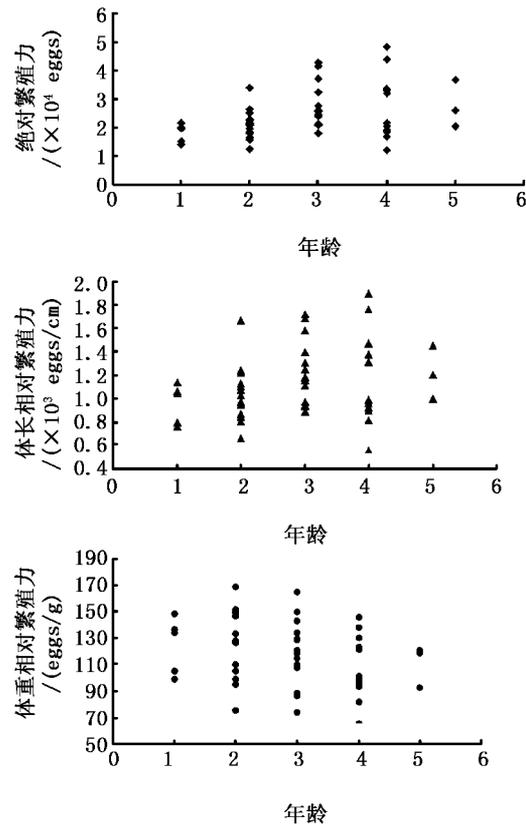


图 2 似刺鲃的个体繁殖力与年龄的关系
Fig 2 Relationship between individual fecundity and age of *Paracanthobrama guichenoti*

2.3 似刺鲃的个体繁殖力与年龄的关系

似刺鲃的个体繁殖力与年龄的关系如图 2 所示,其范围与平均值如表 2 所示。总的来看,个体绝对繁殖力 (F)和体长相对繁殖力 (F_L)都明显地随着年龄的增大而提高;其中 3 龄组的平均值年增加速度最高,3 龄以上则出现下降趋势。

体重相对繁殖力 (F_W)与年龄的关系,虽然从各年龄组的平均值中也表现出随年龄的增大而稍有增加,但不论从其平均值或代表每尾的实测 F_W 值的分布态势来看,这种增长的幅度比 F 和 F_L 两者显然要少得多。因此,也可以说 F_W 随着年龄增长而提高的关系远不及 F 那么显著,而是基本维持在某一范围之内出现并显著地波动。

由于似刺鲃的个体繁殖力受多因素的影响,如生理因素、环境因子等,即使是同样体征指标的个体,它的变化范围也是有波动的。对 48 尾样品不同年龄组的个体繁殖力 (F)进行多独立样本 Kuskal-Wallis 检验,得卡方统计量 (Chi-Square)为 9.79,相伴概率为 0.044<0.05,表明 5 个年龄组的绝对繁殖力存在显著差异;分别对体长相对繁殖力 (F_L)和体重相对繁殖力 (F_W)进行了齐性方差分析(表 3), F_L 和 F_W 各年龄组间不存在显著差异。

表 2 似刺鲃个体繁殖力与年龄的关系

Tab. 2 Relationship between individual fecundity and age

年龄组		1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺
F (×10 ⁴ eggs)	范围	1.40~2.17	1.25~3.41	1.81~4.26	1.19~4.84	2.02~3.68
	Mean±SD	1.81±0.33	2.10±0.51	2.76±0.78	2.72±1.18	2.77±0.84
F _L (×10 ³ eggs/cm)	范围	0.76~1.14	0.66~1.67	0.89~1.72	0.55~1.90	1.00~1.45
	Mean±SD	0.96±0.17	1.04±0.23	1.24±0.28	1.18±0.42	1.22±0.23
F _W (eggs/g)	范围	99~148	75~168	73~165	65~146	92~120
	Mean±SD	124.64±21.59	127.35±26.08	119.21±25.31	108.54±25.07	110.43±15.66
尾数		5	15	14	11	3

表 3 个体繁殖力的方差分析

Tab. 3 Analysis of variance of the individual fecundity

个体繁殖力	离差来源	离差平方和	自由度	均方	F	F临界值
F _L	年龄	4.7×10 ⁵	4	1.18×10 ⁵	1.36	F _{0.05} (4, 43)=2.59
	误差	3.7×10 ⁶	43	0.86×10 ⁵		
	总和	4.19×10 ⁶	47			F _{0.01} (4, 43)=3.80
F _W	年龄	0.26×10 ⁴	4	0.66×10 ³	1.07	
	误差	2.65×10 ⁴	43	0.62×10 ³		
	总和	2.91×10 ⁴	47			

为了进一步了解 F 在各年龄组间的变化,各年龄组的 F 用 T 法 (Tamhane's T₂) 进行了多重比较。结果表明, 3 龄组的绝对繁殖力大于 2 龄, 显著大于 1 龄 (P<0.05)。所以, 单从个体繁殖力来考虑, 3 龄似刺鲃较为合适的繁殖亲本。

2.4 似刺鲃个体繁殖力与体长、体重的关系

似刺鲃体长波动范围为 18.5~25.5 cm, 平均为 21.25 cm; 体重波动范围在 119.20~372.40 g 之间, 平均为 208.25 g。个体绝对繁殖力与体长、体重的关系见图 3 和图 4 (图中曲线代表拟合度最好的模式)。

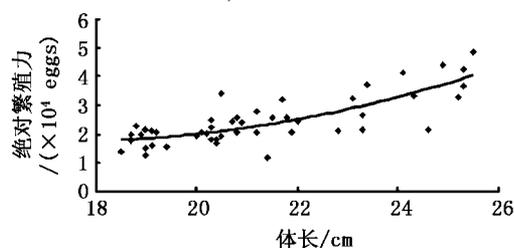


图 3 似刺鲃个体绝对繁殖力与体长的关系

Fig. 3 Relationship between fecundity and body length

似刺鲃个体绝对繁殖力与体长呈抛物线型相关。其数学表达式是:

$$Y=0.0336X^2-1.1596X+11.757$$

$$(R^2=0.6331, P<0.01)$$

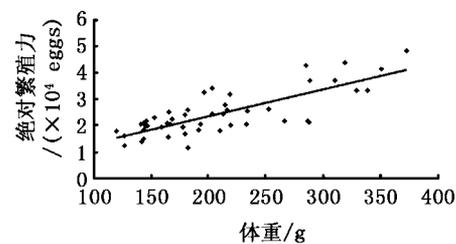


图 4 似刺鲃个体绝对繁殖力与体重的关系

Fig. 4 Relationship between fecundity and body weight

即随体长的增加, 繁殖力增大, 其增大速度增加。

为了排除年龄因子的影响, 3 龄组似刺鲃各体长的个体繁殖力 (表 3) 进一步表明: 个体绝对繁殖力 (F) 和体长相对繁殖力 (F_L) 与体长都是成正相关的, 即随着体长的增长而提高, 这说明在同龄鱼中体长生长快者比体长生长慢者的个体绝对繁殖力高。

在实测的标本中, 最大个体绝对繁殖力是最小个体绝对繁殖力的 3.88 倍, 而其体长仅为最小的 1.34 倍。最大体长雌鱼的个体绝对繁殖力是最小体长的 3.46 倍, 而体长为最小者的 1.38 倍。由此可见, 似刺鲃个体繁殖力的增加比体长增长更为迅速且显著。

似刺鲃体长为 21~23 cm 时其繁殖力较为稳定; 体长为 21 cm 以下时其繁殖力不稳定, 原因是第 1 次产卵和重复产卵鱼同时存在的缘故; 体长达 23 cm 以上时, 个体繁殖力有较大的提升。

似刺鲃个体绝对繁殖力与体重呈线性相关。其数学表达式是:

$$Y=0.01X+0.3541 \quad (R^2=0.6186, P<0.01)$$

即随体重的增加,繁殖力增大,其增大速度增加。

为了排除年龄因子的影响,3龄组似刺鲃各体重的个体繁殖力(表4)进一步表明:个体绝对繁殖力(F)和体长相对繁殖力(F_L)与体重都是成正相关的,即随着体重的增长而提高,也同样说明在同龄鱼中体重生长快者比体重生长慢

者的个体绝对繁殖力高。

在实测的标本中,最大个体绝对繁殖力是最小个体绝对繁殖力的3.88倍,而其体重为最小的2.94倍。最大体重雌鱼的个体绝对繁殖力是最小体重的2.72倍,而体重却为最小者的3.12倍。可见,似刺鲃个体繁殖力的提高不一定比体重增加更为迅速。分析可得,似刺鲃体长为200~240g时其繁殖力较为稳定。

表4 3龄似刺鲃个体繁殖力与体长的关系

Tab. 4 Relationship between fecundity and body length at 3 year olds

体长 (cm)	21	22	23	24	25	
F (eggs)	23 175	23 671	24 833	34 713	41 460	42 647
F_L (eggs/cm)	1 120	1 130	1 221	1 492	1 722	1 686
F_W (eggs/g)	121	109	94	147	118	145
n	4	4	2	2	1	1

表5 3龄似刺鲃个体繁殖力与体重的关系

Tab. 5 Relationship between fecundity and body weight at 3 year olds

体重 (g)	200	220	240	300	
F (eggs)	25 781	23 693	24 149	33 641	41 460
F_L (eggs/cm)	1 194	1 223	1 232	1 400	1 722
F_W (eggs/g)	137	112	99	117	118
n	4	4	2	3	1

2.5 似刺鲃个体繁殖力与7项指标的回归方程

为了研究似刺鲃个体繁殖力与各体征指标的关系,将48尾似刺鲃的个体繁殖力(F、 F_L 、 F_W)、年龄、体长等7个指标分别用8种数学模式进行拟合,筛选出拟合度最好的函数关系(表4)。从表中可以看出,F和 F_L 与性腺重的拟合度最高,其次是与体长或体重,而 F_W 只与成熟系数相关。

似刺鲃的卵巢重量取决于卵巢的含卵量与卵的重量,因而个体繁殖力与性腺重必然是十分密切的关系。个体繁殖力随着性腺重的增大而提高,从而说明了性腺重是衡量其个体生殖力的一个可靠指标。

2.6 似刺鲃个体繁殖力与综合指标的回归分析

对48尾似刺鲃的个体繁殖力(F、 F_L 、 F_W)分别与年龄(A)、体长(L)、体重(W)、全长(L_T)、体高(H)、性腺重(W_0)和成熟系数(I_s)7个因素进行多元回归分析。

个体绝对繁殖力(F)与多因素回归分析的全回归方程为

$$F = -1.537 - 0.093A + 0.111L + 0.009W + 0.051L_T - 0.335H - 0.003W_0 + 8.283I_s$$

最后结果为: $F = -0.295 + 0.01W + 7.038I_s$ ($P < 0.05$, $R^2 = 0.659$),说明个体绝对繁殖力与体重和成熟系数密切相关,且呈正相关。

体长相对繁殖力(F_L)与多因素回归分析的全回归方程为

$$F_L = 0.125 - 0.036A - 0.013L + 0.004W + 0.030L_T - 0.096H - 0.007W_0 + 4.980I_s$$

最后结果为: $F = 0.224 + 0.003W + 3.126I_s$ ($P < 0.05$, $R^2 = 0.476$),说明个体相对繁殖力与体重和成熟系数密切相关,且也呈正相关。

体重相对繁殖力(F_W)与多因素回归分析的全回归方程为

$$F_W = 22.886 - 5.24A + 5.492L - 0.138W + 0.602L_T - 4.553H - 0.57W_0 + 480.102I_s$$

最后结果为: $F = 86.699 + 326.018I_s$ ($P < 0.05$, $R^2 = 0.320$),说明个体体重相对繁殖力仅

与成熟系数相关。

表 6 似刺鲃的个体繁殖力与各体征指标的回归方程
Tab. 6 Regression equation of individual fecundity on body characteristic indexes

指标	个体繁殖力		
	F ($\times 10^4$ eggs)	F_L ($\times 10^3$ eggs)	F_w
年龄	$Y=1.4827+0.1012X+0.1914X^2-0.0329X^3$ $R^2=0.171$	$R^2<0.1000$	
体长	$Y=11.7571-1.1596X+0.0336X^2$ $R^2=0.633$	$Y=1.7068-0.0074X^2+0.0003X^3$ $R^2=0.399$	
全长	$Y=3.5882-0.0143X^2+0.0005X^3$ $R^2=0.633$	$Y=1.4106-0.0038X^2+0.0001X^3$ $R^2=0.393$	
体重	$Y=0.3541+0.01X$ $R^2=0.619$	$Y=-0.9361+0.0256X-0.0001X^2+0.3194X^3$ $R^2=0.452$	$R^2<0.1000$
体高	$Y=e^{(3.1939-14.605/X)}$ $R^2=0.581$	$Y=-2.2861+0.6729X-0.0031X^3$ $R^2=0.401$	
性腺重	$Y=3.0264-0.2211X+0.012X^2-0.0001X^3$ $R^2=0.638$	$Y=1.235-0.615X+0.0036X^2-1.2658X^3$ $R^2=0.512$	
成熟系数	$R^2<0.2000$	$Y=0.7673e^{3.5661X}$ $R^2=0.113$	$Y=50.3611+1054.8X-3452.2X^2$ $R^2=0.117$

3 讨论

3.1 似刺鲃的个体生殖力与年龄的关系

殷名称^[4]在 1979 年—1989 年间的调查结果显示,太湖似刺鲃在 2~3 龄性成熟。本研究表明,澄湖似刺鲃的年龄组成为 1~5 龄,6 龄以上已经很难捕获。澄湖似刺鲃为 1~2 冬龄性成熟,产卵群体低龄化已相当明显;3 冬龄似刺鲃绝对繁殖力与体长相对繁殖力增长数均最高,在进行天然繁殖保护和人工繁殖的渔业生产中,应以 2~3 龄鱼为人工催产亲本,而禁捕 2 龄及以下的似刺鲃以保护自然资源,这一点已被生产实践和试验研究所证实^[6]。

3.2 似刺鲃的个体繁殖力与体长、体重等指标的关系

个体繁殖力体现了鱼类种群对环境变动的适应特征。鱼类繁殖力的种内变动和种间变动,主要是由种的遗传型和自身特点决定的,也是在进化过程中长期适应自然环境的结果^[7]。似刺鲃的个体繁殖力不仅与外界环境条件、营养状况等有关,还与体征指标存在显著性相关。

似刺鲃的 F 和 F_L 与体长、体重、年龄等相关密切, F_w 仅与成熟系数相关,这与阳爱生等^[8]对密鲃 (*Xenocypris davidi*)、曹克驹等^[9]对蒙古红鲃

(*Culter mongolicus*)、王银东等^[10]对细鳞鲃 (*Xenocypris microlepis*)等鱼类繁殖力随形态学指标变化的结论基本一致。

本研究用 SPSS 统计软件,采用多种相关式探讨了似刺鲃的个体生殖力与体征指标间的关系,结果显示苏州澄湖似刺鲃的 F 和 F_L 与体长、体重等指标可用多种表达式拟合,其中似刺鲃的 F 和 F_L 与体长、体重拟合度最好的分别是: F 与体长、体重分别呈二次函数 (Quadratic) 和直线 (Linear) 相关, F_L 与体长、体重均呈三次函数 (Cubic) 关系。在以往的研究中,花鲃 (*Hemibarbus maculatus*)^[11]、宽体舌鲃 (*Cynoglossus robustus*)^[12] 和高体鳊 (*Rhodeus ocellatus*)^[13] 等,个体绝对繁殖力与体长呈幂函数、与体重呈直线关系;胡子鲃 (*Clarias fuscus*)^[14]、鲃 (*Megalobrama skolkovii*)^[15]、黑尾近红鲃 (*Anoherythrocutter nigrocauda*)^[16] 和裂腹鱼 (*Schizothorax urvifrons*)^[17] 等,个体绝对繁殖力与体长、体重均呈直线关系;这说明了这些关系存在一定的共性。当然,凌建忠等^[18]认为,对于不同的鱼种绝对繁殖力与体长和体重的关系可能不同,而对于不同水域的同种鱼类也可能存在体征的差异;此外,还与所拟合方程类型有关。

3.3 似刺鲃的个体繁殖力与资源保护和人工繁殖的关系

研究调查表明,似刺鲃的产卵群体低龄化和

小型化是不争的事实。殷名称^[19]对太湖似刺鳊的调查研究时曾指出,由于似刺鳊种群繁殖力和自我调节能力差,在强捕捞下低龄似刺鳊参加产卵的比例进一步增大,繁殖力得不到提高。在本实验中,1龄似刺鳊参加产卵的比例仅占随机取样的10.4%。据了解发现似刺鳊种群优势较明显的太湖、昆承湖小型化非常严重,与水质恶化、饵料丰度大不如前、管理不善有直接的关系。

根据个体绝对繁殖力与体征指标的关系,可以快速地估算鱼类个体繁殖力并预测种群繁殖能力,在生产中有着比较重要的作用。体长、体重是鱼体大小的综合反应,同种鱼的个体繁殖力与鱼体的大小密切相关,并随着鱼规格的增大而提高。似刺鳊的个体绝对繁殖力与体长、体重的相关程度均很高,且直观,因而适宜用体长、体重同繁殖力的关系来预测似刺鳊的绝对繁殖力。

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] 杨明生.拟刺鳊生物学的初步研究[J].淡水渔业,1996,26(3):17-19.
- [3] 顾若波,徐钢春,华丹,等.似刺鳊肌肉营养成分与品质的评价[J].中国海洋大学学报,2008,38(3):320-325.
- [4] 殷名称.太湖似刺鳊的繁殖和死亡特征[J].海洋与湖泊,1994,25(4):378-384.
- [5] 林植华,雷焕宗.似刺鳊的两性异形和雌性个体生育力[J].上海交通大学学报:农业科学版,2006,24(2):138-142.
- [6] 顾若波,徐钢春,闻海波,等.似刺鳊胚胎及胚后发育[J].中国水产科学,2008,15(3):414-424.
- [7] 殷名称.鱼类生态学[M].北京:中国农业出版社,1995:121-128.
- [8] 阳爱生,卞伟.官亭水库密鲮个体生殖力的研究[J].水产学报,1983,7(4):385-398.
- [9] 曹克驹,黄学才,高贵琴,等.丹江口水库蒙古红鲃个体生殖力及种群利用问题的探讨[J].淡水渔业,1990,20(3):13-16.
- [10] 王银东,熊邦喜,马徐发,等.湖北道观河水库细鳞鲮的个体生殖力[J].湖泊科学,2004,16(2):178-184.
- [11] 龚世园,库天梅,梁开学.武昌南湖花鲮个体生殖力的研究[J].华中农业大学学报,1990,9(2):204-208.
- [12] 倪海儿.东海宽体舌鳎的个体生殖力[J].水产学报,2000,24(4):319-323.
- [13] 张堂林,李钟杰,崔奕波.湖北牛山湖高体鳊的年龄、生长与繁殖[J].湖泊科学,2000,14(3):267-272.
- [14] 潘炯华,郑文彪.胡子鲶形态、生殖力和成熟系数的年周期变化的研究[J].水产学报,1983,7(4):353-363.
- [15] 黄道明,林永泰,万成炎,等.浮桥水库鳊繁殖生物学研究[J].水生生物学报,1997,21(1):15-22.
- [16] 薛正楷,何学福.黑尾近红鲃个体繁殖力的研究[J].西南师范大学学报:自然科学版,2001,26(1):90-94.
- [17] Shyan S, Subla B A. On the fecundity of *Schizothorax urvifrons* Heckel from River Jhelum [J]. Kashmir J Indian Inst Sci 1984, 65(C): 31-36.
- [18] 凌建忠,程家骅,任一平,等.东海带鱼主要体征与个体繁殖力的关系[J].中国水产科学,2004,11(2):116-120.
- [19] 殷名称.太湖似刺鳊年龄和生长的研究[J].生态学报,1993,13(1):38-44.