

水兴勇, 廖家伟, 蔡永宗, 等. 泉州山美水库鱼类组成和鳙生长特性的研究 [J]. 福建农业学报, 2013, 28 (7): 653—658.
SHUI X-Y, LIAO J-W, CAI Y-Z, et al. Varieties of Fishes and Growth Characteristics of *Aristichthys nobilis* in Shanmei Reservoir [J]. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2013, 28 (7): 653—658.

泉州山美水库鱼类组成和鳙生长特性的研究

水兴勇^{1,2}, 廖家伟¹, 蔡永宗², 朱伦长¹, 王逸民², 陈锦天², 张惠杉², 黄永春¹

(1. 集美大学水产学院, 福建 厦门 361021; 2. 福建省泉州市山美水库管理处综合分场, 福建 南安 362321)

摘要: 山美水库的鱼类资源调查结果表明: 山美水库所有鱼类组成包括 10 科 37 种, 其中鲤科 22 种, 占 59.46%; 鲇科 4 种, 占 10.8%; 鳙科和鳗鲡科各 2 种; 鳊科、丽鱼科、鮈科、鲶科、青鳉科、银鱼科等各 1 种。鳙鱼的生长特性调查表明: 鳙体重与体长的关系为 $W=0.0269 \times L^{2.9132}$, 体长与鳞径关系为 $L=0.0129 \times R + 3.5323$, Von Bertalanffy 生长方程为 $L_t = 107.2167 \times [1 - e^{-0.1349(t+0.1561)}]$ 及 $W_t = 22095.9566 \times [1 - e^{-0.1349(t+0.1561)}]^3$ 。生长拐点出现在 7.99 龄, 生长系数 $k=0.1349$, $t_0=-0.1561$ 。山美水库鳙的渐进体长可达 107.22 cm, 渐进体重可达 22.1 kg。

关键词: 山美水库; 鱼类组成; 鳙; 生长特性

中图分类号: S 962

文献标识码: A

Varieties of Fishes and Growth Characteristics of *Aristichthys nobilis* in Shanmei Reservoir

SHUI Xing-yong^{1,2}, LIAO Jiao-wei¹, CAI Yong-zong², ZHU Lun-chang¹, WANG Yi-ming², CHEN Jin-tian²,
ZHANG Hui-shan², HUANG Yong-chun¹

(1. Fisheries College, Jimei University, Xiamen, Fujian 361021, China;

2. Department of Shanmei reservoir, Nan'an, Fujian 362000, China)

Abstract: Thirty-seven species in 10 fish families were found in Shanmei Reservoir. They included 22 species of Cyprinidae, accounting for 59.46% of the total, and 4 species of Bagridae, accounting for 10.81% of the total. There were also respectively 2 species of Channidae and Anguillidae, and one species of Cichlidae, Siluridae, Serranidae, and Adrianichthyidae. Specifically, the growth characteristics of *Aristichthys nobilis* found in the reservoir were observed: (a) its body weight (W) could be related to the length (L) as $W=0.0269 \times L^{2.9132}$; (b) its body length to the scale size (R) as $L=0.0129 \times R + 3.5323$; (c) its Von Bertalanffy growth equations were $L_t = 107.2167 \times [1 - e^{-0.1349(t+0.1561)}]$ and $W_t = 22095.9566 \times [1 - e^{-0.1349(t+0.1561)}]^3$; (d) its growth inflection point occurred at 7.99-year-old; (e) its maximum body length, L_∞ , was 107.22 cm; (f) its maximum body weight, W_∞ , reached 22.1 kg; and, (g) the growth coefficients were $k=0.1349$ and $t_0=-0.1561$.

Key words: Shanmei reservoir; fish varieties; *Aristichthys nobilis*; growth characteristics

山美水库位于福建省泉州南安市境内, 养鱼面积 13.33 km², 是一座以灌溉为主, 结合防洪、发电等功能的综合性大型水库。建库以来共投放鱼 1 000 多万尾, 捕鱼 400 多万 kg, 以放养鳙、鲢鱼为主^[1]。鳙 *Aristichthys nobilis*, 俗称花鲢、胖头鱼, 与青鱼 *Mylopharyngodon piceus* Richardson、草鱼 *Ctenopharyngodon idellus*、鲢鱼 *Aristichthys nobilis* 并称为我国四大家鱼, 在我国有悠久的养殖历史, 是我国江河、湖泊、水库等大

型水域的重要养殖对象, 其产量和经济效益在渔业中占重要地位, 对鳙资源的调查及其生长规律的研究有重要意义^[2-3]。

2003 年山美水库被列为泉州的重要饮用水源地, 控制水库的水体富营养化, 提高供水质量, 保持水库的良好生态系统显得尤为重要。近年来有关山美水库水体水质分布特征以及水体富营养化现状及防治保护多有报道^[4-5], 但库区鱼类组成和鳙的生长特性尚未见报道。许多研究^[6-17] 报道了孟家

收稿日期: 2013—02—20 初稿; 2013—05—27 修改稿

作者简介: 水兴勇 (1972—), 男, 工程师, 主要从事水库渔业生态与管理研究 (E-mail: xy-shui@163.com)

通讯作者: 黄永春 (1966—), 男, 博士, 副教授, 主要从事渔业生态与水产健康养殖研究 (E-mail: ychuang@jmu.edu.cn)

段水库、碧流河水库、大伙房水库、蛤蟆通水库、蠡湖、清河水库、红旗泡水库、泥河水库等水域。鲢、鳙的生长规律、性成熟年龄、鳞片与鱼类生长的关系及养殖水体的生态功能等,但由于地域环境、养殖方式、饵料条件以及管理方式、捕捞强度等的差别,研究结果存在诸多差异。本研究通过实地调查和采集标本等研究方法,对山美水库的鱼类资源和鳙生长特性进行调查研究,了解山美水库鱼类资源现状和鳙生长特性,为库区的鱼类资源保护、确定合适的放养量和捕捞量以及水库生态渔业的发展提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 水库鱼类资源调查

2011 年 4 月至 2012 年 5 月,对山美水库进行鱼类资源调查。定置张网 30 个(后箱网目 12 cm,图 1)、刺网(网目 1~12 cm)和迷魂阵(网目 0.3 cm)等渔具渔法获得水库鱼类标本。采集鱼类标本及调查方法遵照文献[18] 进行。测量每尾标本的体重、体长等生物学参数,并对活体标本进行拍照,然后用水清洗,再浸入 8% 的福尔马林溶液中固定,对于个体较大的标本,在其背部和腹腔内注射 10% 福尔马林。标本的分类鉴定参照文献[19~22]。

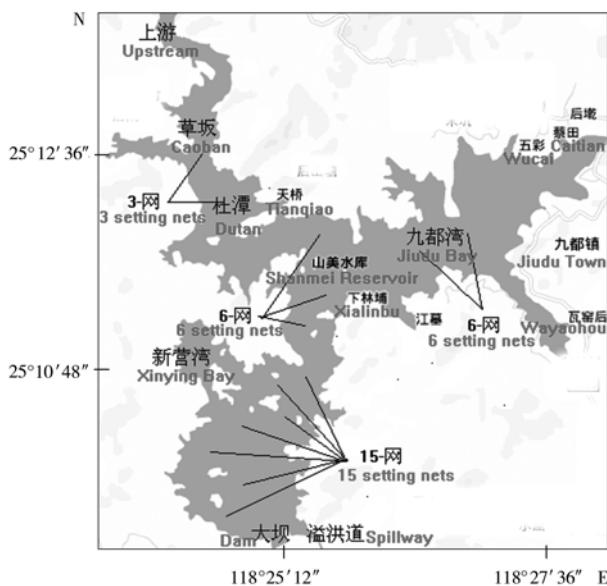


图 1 定置张网的布设图

Fig. 1 Net-setting for study in Shanmei Reservoir

1.2 鳙生长特性研究

1.2.1 样品采集与处理方法 每月从定置张网、刺网和迷魂阵等渔具渔法采集渔获物中随机取鳙

303 尾,现场用卷尺和电子秤测量鳙的体长 L(精确到 0.1 cm)和体重 W(精确到 0.01 kg),并收集鳞片装于鳞片袋,对应标注好 L 与 W,带回实验室处理,作为年龄鉴定的材料^[23]。

1.2.2 鳙生长数据分析 收集的鳞片用清水泡软,清洗表面污物(主要为肌肉和皮肤组织)并制成玻片标本,用低倍显微镜观察并扫描,测出相应的鳞径、各年轮径。年龄的鉴定是利用鳞片上的年轮,以测区的切线为年轮的鉴定标准,参考副轮的疏密判断鳙的年龄。

体长与体重 W-L 的关系: $W = a \times L^b$,

Von Bertalanffy 生长方程: $L_t = L_\infty \times [1 - e^{-k(t-t_0)}]$ 及 $W_t = W_\infty \times [1 - e^{-k(t-t_0)}]^3$ 。

2 结果与分析

2.1 山美水库鱼类组成

经分析山美水库库区鱼类品种有 10 科 37 种,其中鲤科 22 种,占 59.46%;鮈科 4 种,占 10.8%;鳢科和鳗鲡科各 2 种;鳅科、丽鱼科、鮨科、鲶科、青鳉科、银鱼科等各 1 种。库区常见经济鱼类有鳙、鲢、草、鲤 *Cyprinus carpio linnaeus*、鲫 *Carassius auratus*、厚唇鱼 *Acrossocheilus Parallens*、鱲 *Cirrhinus molitorella*、斑鳠 *Hemibagrus guttatus*、泥鳅 *Misgurnus anguillicaudatus*、黄鳝 *Monopterus albus*、罗非鱼 *Tilapia*、鱠鱼 *Hemiculter leucisculus*、黄颡鱼 *Pseudobagrus fulvidraco*、鳜 *Siniperca chuatsi*、花鳗鲡 *Anguilla marmorata* 等品种(表 1)。

表 1 库区鱼种类名录

Table 1 Fish species found in Shanmei Reservoir

科目	种名	学名
鲤科	草	<i>Ctenopharyngodon idellus</i>
	鲢	<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>
	鳙	<i>Aristichthys nobilis</i>
	鲤	<i>Cyprinus carpio linnaeus</i>
	鲫	<i>Carassius auratus</i>
	鱲	<i>Cirrhinus molitorella</i>
	团头鲂	<i>Megalobrama amblycephala</i>
	宽鳍鱲	<i>Zacco platypus</i>
	赤眼鳟	<i>Squalioborus curriculus</i>
	麦穗鱼	<i>Pseudorasbora Parva</i>
	侧条厚唇鱼	<i>Acrossocheilus(Lissochilichthys) Parallens</i>
	半刺厚唇鱼	<i>Acrossocheilus(Lissochilichthys) Parallens</i>

科 目	种 名	学 名
	薄领光唇鱼	<i>Acrossocheilus (Acrossocheilus) Kreyenbergii</i>
	银鲷	<i>Xenocypris argentea Gunther</i>
	翘嘴红鲌	<i>Erythroculter ilishaeformus</i>
	唇魚骨	<i>Hemibarbus Labeo</i>
	大眼华鳊	<i>Sinibrama macrops</i>
	圆吻鲴	<i>Distoechodon tumirostris Peters</i>
	细鳞斜颌鲴	<i>Plagiognathops microlepis</i>
	鱊	<i>Hemiculter leucisculus</i>
	扁圆吻鲴	<i>Distoechodon ckmpresso</i>
	棒花鱼	<i>Abbottina rivularis</i>
鳅科	泥鳅	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>
鮰科	斑鮰	<i>Hemibagrus guttatus</i>
	大鳍鮰	<i>Henobagrus malrkplerus Bleeker</i>
	黄颡鱼	<i>Pseudobagrus fulvidraco</i>
	江黄颡鱼	<i>Pseudobagrus vachelli</i>
鲶科	鲶	<i>Silurus asotus Linnaeus</i>
青鳉科	青鳉	<i>Oryzias latipe</i>
鳢科	乌鳢	<i>Ophiocephalus argus</i>
	斑鳢	<i>Ophiocephalus maculata</i>
合鳃科	黄鳝	<i>Monopterus albus</i>
鮀科	鱠	<i>Siniperca chuatsi</i>
丽鱼科	尼罗罗非鱼	<i>Tilapia nilotica</i>
鳗科	日本鳗鲡	<i>Anguilla Japonica</i>
	花鳗鲡	<i>Anguilla marmorata</i>
银鱼科	太湖新银鱼	<i>Neosalanx taihuensis</i>

2.2 山美水库鳙生长特性

2.2.1 体重与体长的关系 采集的303尾鳙年龄组中1龄(1^+)占7.6%，2龄(2^+)占13.9%，3龄(3^+)占21.8%，4龄(4^+)占36.0%，5龄(5^+)占15.2%，6龄(6^+)占4.0%，7龄(7^+)占1.6% (表2)。经点图分析，山美水库鳙体长(L)与体重(W)呈幂函数关系(图2): $W = 0.0269 \times L^{2.9132}$ ($r = 0.9710$), $b = 2.9152 \approx 3$, 表明山美水库中鳙的生长基本是匀速的，随着鱼体长的增长，体重有累进的更快速度增长的趋势，鱼体在体长约45 cm后增重开始迅速增加，可以用Von Bertalanffy生长方程来拟合。

体长(L)与鳞径(R)呈线性相关(图3)，其回归方程: $L = 0.0129 \times R + 3.5323$ ($r = 0.9901$)。

2.2.2 山美水库鳙的生长速度及生长加速度 经推算，山美水库鳙 Von Bertalanffy 生长方程为：

$$L_t = 107.2167 \times [1 - e^{-0.1349(t+0.1561)}]$$

$$W_t = 22095.9566 \times [1 - e^{-0.1349(t+0.1561)}]^3$$

对 Von Bertalanffy 生长方程分别求一阶导数和二阶导数得到体长生长速度: $dL/dt = L_\infty \times k \times e^{-k(t-t_0)}$, 体长生长加速度: $d^2 L_t/dt^2 = -L_\infty \times k^2 \times e^{-k(t-t_0)}$; 体重生长速度: $dW/dt = b \times k \times W_\infty \times [1 - e^{-k(t-t_0)}]^{(b-1)} \times e^{-k(t-t_0)}$, 体重生长加速度: $d^2 W_t/dt^2 = b \times k^2 \times W_\infty \times e^{-k(t-t_0)} \times [1 - e^{-k(t-t_0)}]^{(b-2)} \times (b \times e^{-k(t-t_0)} - 1)$ 。根据数学关系鳙的生长拐点出现在 $d^2 W_t/dt^2 = 0$ 时，求得此时 $t = 7.9878$ ，拐点时的体长为 71.48 cm、体重 6546.94 g。

表2 鳙的年龄组成与规格
Table 2 Age and specification of *A. nobilis*

年龄	1 ⁺	2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	5 ⁺	6 ⁺	7 ⁺
尾数	23	42	66	109	46	12	5
体长/cm	21.3~28.6	27.1~39.2	38.0~50.6	48.9~53.2	51.3~54.1	53.2~56.4	55.4~58.6
体重/kg	0.16~0.32	0.95~1.48	1.62~2.58	2.04~2.83	2.36~3.05	2.97~3.40	>3.56

山美水库鳙的体长随年龄增大而增大，直至渐进值 $L_\infty = 107.22$ cm 时，年龄越大增长越慢，且体长生长曲线没有生长拐点(图4)；体重随年龄的变化略呈 S 型，先缓慢生长后进入急速生长期，最后生长速度又变得平缓进入衰老期，直到渐进体重 $W_\infty = 22095.96$ g(图5)；由图6所示，山美水库鳙体长生长速度逐渐减小；而 $d^2 l/dt^2$ 是一条负

数趋向 0 渐进的曲线(图7)，即体长生长速度变缓的速度随年龄增大而变小，表明年龄越大体长变化越小，变化的幅度也越小；关于体重生长速度值则呈现出小-大-小的变化趋势(图8)；其中最大值出现在 $t = 7.9878$ 时，此时 $d^2 W_t/dt^2 = 0$ (图9)，即山美水库鳙体重生长拐点。

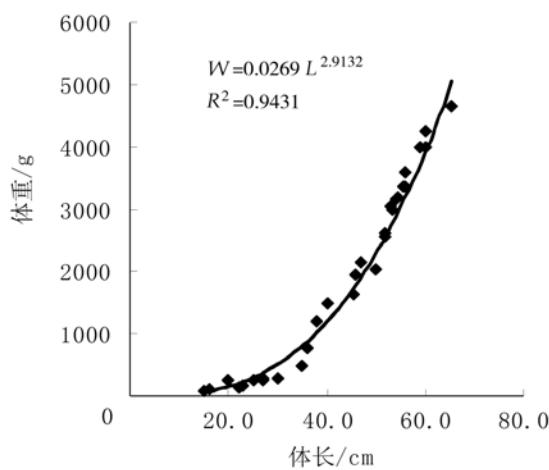


图 2 体长与体重的关系

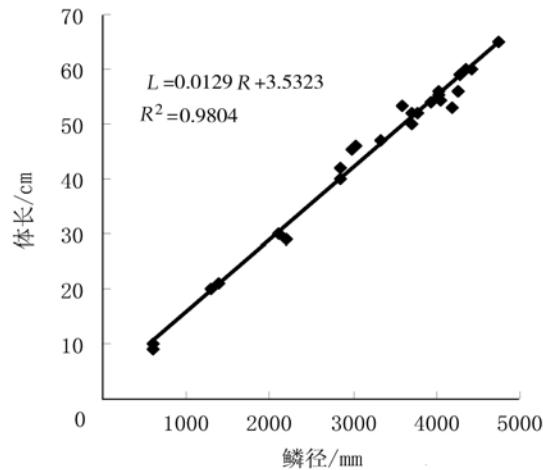
Fig. 2 Body weight and length of *A. nobilis*

图 3 体长与平均鳞长的关系

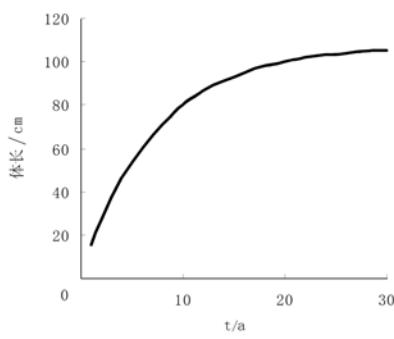
Fig. 3 Body length and average scale length of *A. nobilis*

图 4 体长生长方程

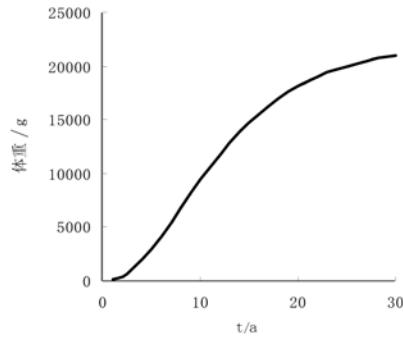
Fig. 4 Growth equation of *A. nobilis* by body length

图 5 体重生长方程

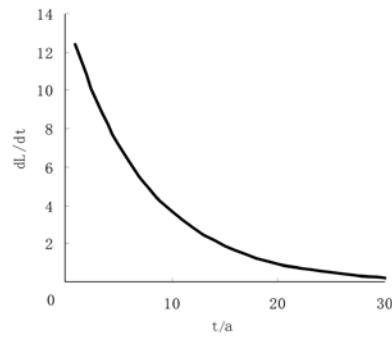
Fig. 5 Growth equation of *A. nobilis* by body weight

图 6 体长生长速度方程

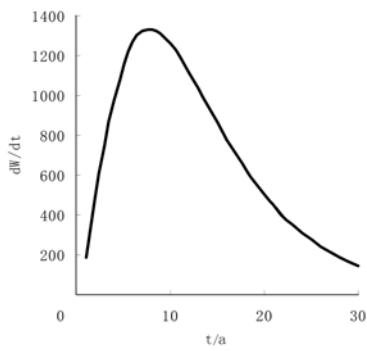
Fig. 6 Growth rate of *A. nobilis* by body length

图 7 体重生长速度方程

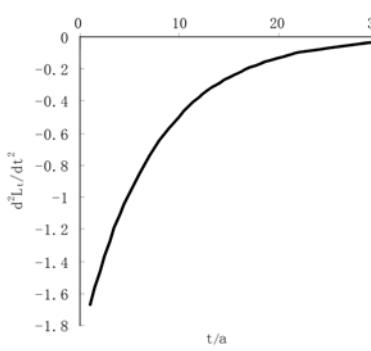
Fig. 7 Rate of body weight gain of *A. nobilis*

图 8 体长生长加速度方程

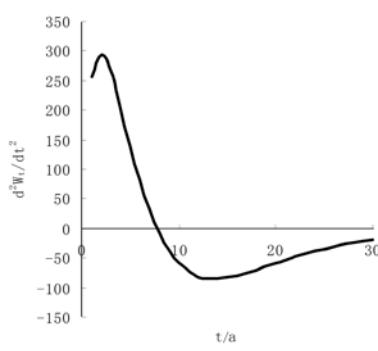
Fig. 8 Growth rate equation of *A. nobilis* by body length increase

图 9 体重生长加速度方程

Fig. 9 Growth rate equation of *A. nobilis* by body weight increase

3 讨论与结论

3.1 山美水库鱼类资源状况

本次调查发现，山美水库共有鱼类 37 种。从

鱼类种类来看，库区的鱼类种类较之前少。结合当地渔政管理部门、渔民和当地其他居民的走访、调查发现，在过去几十年里，山美水库的鱼类资源较为丰富，经常能捕获大的鱼类，青、鳙、斑鳠、鳜

和翘嘴红鲌 *Erythroculter ilishaeformus* (Bleeker) 等占有一定比例。目前渔获物中大型鱼类已经很少, 而鱲鱼、沼虾 *Macrobrachium nipponense* 等小型经济鱼类的比例呈上升趋势。

3.2 山美水库鳙两个体长方程的退算比较

国内外许多研究表明, 鳞片只适用于低龄鱼年龄的鉴定, 通常会低估高龄鱼体的年龄^[24~25]。山

美水库鳙鳞片上的年轮标志明显, 且年龄结构简单, 能较为准确地反应鳙的年龄; 另外, 两个体长方程的退算值表明(表3), 表中 $L = a + b \times R$ 与 $L_t = L_\infty \times [1 - e^{-k(t-t_0)}]$ 退算值差别不显著。因此, 选用鳞片作为山美水库鳙的年龄鉴定材料是可行的, 生长方程对生长趋势的预测也是可靠的。

表3 $L = a + b \times R$ 退算值与 $L_t = L_\infty \times [1 - e^{-k(t-t_0)}]$ 退算值
Table 3 Return values of $L = a + b \times R$ and $L_t = L_\infty \times [1 - e^{-k(t-t_0)}]$

年龄/岁	1	2	3	4	5
$L = a + b \times R$	16.1982	25.7876	36.8235	47.5161	53.0539
$L_t = L_\infty \times [1 - e^{-k(t-t_0)}]$	15.4826	27.0591	37.1748	46.0138	53.7374

3.3 山美水库与其他水域鳙生长的比较

由表4可以看出, 上述水库、湖泊的鳙体长与体重关系 $W = a \times L^b$ 的 b 值均靠近3, 说明上述水库、湖泊鳙的生长速度皆接近匀速; 山美水库鳙的渐进体长和体重除了比蛤蟆通水库^[13]小之外, 均大于其他水库渔场, 说明山美水库鳙具有比其他水库渔场更大的生长潜力(除蛤蟆通水库外); 生长系数除了比蛤蟆通水库^[13]大之外, 均小于其他水库渔场; 而生长拐点及拐点时的体重除小于蛤蟆通

水库^[13], 均大于其他水库渔场。出现这种现象可能是因为山美水库是一座以蓄水灌溉为主的大型水库, 作为净化水体的放养种类, 山美水库放养的鳙数量并未达到水库能承受的最大放养量, 这样鳙有足够的空间和饵料, 处在较优越的生态条件下, 衰老期延后, 且能达到较大的渐进值; 也可能是山美水库放养的鱼类种群相对合理, 鳙所受胁迫较少。从生长方程可以看出山美水库鳙生长较其他水库稳定。

表4 山美水库与其他水域鳙生长的比较
Table 4 Growth of *A. nobilis* in Shammei Reservoir and other waters

地点	$W = a \times L^b$	Von Bertalanffy 生长方程	生长拐点年龄	拐点时体重 / kg
汤河水库 ^[2]	$W = 5.614 \times 10^{-5} L^{2.747}$	$L_t = 97.3 \times [1 - e^{-0.205(t+1.41)}]$		
		$W_t = 16.2 \times [1 - e^{-0.205(t+1.41)}]^3$	4.00	4.900
碧流河水库 ^[8]	$W = 3.627 \times 10^{-5} L^{2.8752}$	$L_t = 94.05 \times [1 - e^{-0.1915(t+0.04)}]$		
		$W_t = 17.11 \times [1 - e^{-0.1915(t+0.04)}]^3$	5.70	5.070
岳阳中洲渔场 ^[9]	$W = 3.2415 \times 10^{-5} L^{2.8759}$	$L_t = 78.3316 \times [1 - e^{-0.2089(t+1.497)}]$		
		$W_t = 9.0682 \times [1 - e^{-0.2089(t+1.497)}]^3$	3.76	2.685
红旗泡水库 ^[11]	$W = 0.0412 \times L^{2.8813}$	$L_t = 81.19 \times [1 - e^{-0.177(t-0.00893)}]$		
		$W_t = 9618.10 \times [1 - e^{-0.177(t-0.00893)}]^3$	6.21	1.049
蛤蟆通水库 ^[13]	$W = 0.0119 \times L^{3.1254}$	$L_t = 161.9 \times [1 - e^{-0.0802(t+0.2292)}]$		
		$W_t = 95240 \times [1 - e^{-0.0802(t+0.2292)}]^3$	13.50	28.324
山美水库	$W = 0.0269 \times L^{2.9132}$	$L_t = 107.2167 \times [1 - e^{-0.1349(t+0.1561)}]$		
		$W_t = 22095.9566 \times [1 - e^{-0.1349(t+0.1561)}]^3$	7.99	6.547

3.4 山美水库保水渔业模式的建立

有机体均含有N和P两种元素, 作为水体营

养的N、P元素可经过营养作用被一些水生生物吸收, 包括水生动植物和微生物。山美水库放养模式

为人放天养，即以水体中水生生物为饵料来源。这样水中的富营养元素就可以通过食物链的方式被以滤食性为主的鳙通过摄食水体中的藻类微生物或一些水生动物富集到体内转变为生长必需的核酸、蛋白质等物质。一般情况下每千克鳙含有 3~9 g 的 P、25~35 g 的 N。也就是说每捕捞起 1 kg 的鳙能带走水中 30 g 左右的氮和 6 g 左右的磷^[26]。山美水库一年鳙的渔获量约为 400 t（2011 渔获量），则通过捕捞鳙带走的磷约有 2.4 t，氮约有 12 t。如果山美水库库容以 3.44 亿立方的水体（2010~2011 数据）计算，那么通过捕捞鳙可降低水体中磷 0.006 977 mg·L⁻¹，氮 0.348 8 mg·L⁻¹。

总之，山美水库鳙生长较为稳定，具有较大的生长潜力；生长速度较快，在 3~8 龄之间生长快。目前山美水库鳙的起捕年龄多在 2~5 龄左右，体重仅在 1.5~3.5 kg，而山美水库鳙的生长拐点年龄为 7.99，且一般鳙的性成熟年龄在 2~3 龄，在达到性成熟后仍然保持较大的生长速度。如果保证成活率不变，则建议山美水库可延后鳙起捕的年龄，以充分发挥山美水库鳙的生长潜力。

参考文献：

- [1] 水兴勇. 山美水库渔业现状、发展与利用 [J]. 福建水产, 2002, (1): 78—81.
- [2] 马超, 戴小杰, 郑文军, 等. 淀山湖主要放流鱼种鲢和鳙生长的研究 [J]. 海洋湖沼通报, 2011, (3): 69—75.
- [3] 李九奇, 史为良. 汤河水库鲢鳙生长及其资源利用 [J]. 大连水产学院学报, 1999, 14 (4): 57—61.
- [4] 陈婉卿. 泉州山美水库水质分布特征与富营养化趋势 [J]. 厦门大学学报: 自然科学版, 2003, 42 (5): 639—643.
- [5] 周真明, 沈春花, 涂帆, 等. 山美水库综合水质标识指数评价 [J]. 华侨大学学报: 自然科学版, 2010, 31 (2): 215—217.
- [6] 申玉春, 杨景峰, 祁保霞, 等. 孟家段水库鲢、鳙的生长及提高鱼产量措施 [J]. 水利渔业, 2001, 21 (5): 26—28.
- [7] 闫洪山, 刘士洪, 孔强, 等. 碧流河水库鲢、鳙的年龄、生长及其资源量的研究 [J]. 水利渔业, 2007, 27 (4): 42—47.
- [8] 严朝晖, 史为良. 大伙房水库鲢鳙的生长及生长模型 [J]. 水产学报, 1995, 19 (1): 28—33.
- [9] 于洪贤, 柴方营, 邢东华. 泥河水库鲢、鳙鱼生长规律的研究 [J]. 水产学杂志, 2000, 13 (2): 58—62.
- [10] 胡海彦, 张宪中, 曹晓东, 等. 蠡湖鲢鳙鱼生长的研究 [J]. 中国农学通报, 2010, 26 (6): 337—339.
- [11] 姜志强, 秦克静, 杨树葳, 等. 碧流河水库鲢、鳙的年龄、生长和资源量的研究 [J]. 大连水产学院学报, 1994, 9 (3): 8—14.
- [12] 江辉, 陈开健, 邹飞跃, 等. 岳阳江湖渔业资源与生长的研究 [J]. 内陆水产, 2004, (7): 35—37.
- [13] 王宇庭, 董双林. 清河水库鲢、鳙群体动态研究 II. 最大持续渔获量估计 [J]. 莱阳农学院学报, 2003, 20(2): 131—134.
- [14] 赵宝林, 李德明, 邹桂芝, 等. 红旗泡水库鲢鳙鱼的年龄与生长 [J]. 黑龙江水产, 1999, (2): 21—25.
- [15] 王晨, 李九奇. 红旗泡水库鲢鳙资源合理利用的研究 [J]. 现代渔业信息, 2008, (3): 12—14.
- [16] 夏重志, 姜作发, 董崇智, 等. 蛤蟆通水库鱼类组成和鲢、鳙生长规律的研究 [J]. 中国水产科学, 1997, 4(4): 30—36.
- [17] 刘俊利, 熊邦喜, 王基松, 等. 鲢、鳙对养殖水体的生态功能评析 [J]. 水利渔业, 2008, 28 (4): 48—50.
- [18] 张觉民, 何志辉. 内陆水域鱼类自然资源调查手册 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1991: 242—266.
- [19] 朱元鼎. 福建鱼类志 [M]. 福州: 福建科学技术出版社, 1984.
- [20] 朱松泉. 中国淡水鱼类检索 [M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1995.
- [21] 陈宜瑜. 中国动物志: 硬骨鱼纲: 鲤形目: 中卷 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [22] 乐佩琦. 中国动物志: 硬骨鱼纲: 鲤形目: 下卷 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [23] 殷名称. 鱼类生态学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1995: 57—60.
- [24] 阮景荣. 武汉东湖鲢鳙生长的几个问题研究 [J]. 水生生物学报, 1986, 10 (3): 252—264.
- [25] WELLCH T J, VAN DEN AVYLE M J, BETSILL R K, et al. Precision and relative accuracy of striped bass age estimates from otoliths, scales, and anal fin rays and spines [J]. North American Journal of Fisheries Management, 1993, 13 (3): 616—620.
- [26] 黄德祥, 张继凯. 论水域的渔业污染与自净 [J]. 重庆水产, 2003, (4): 29—32.

(责任编辑: 张梅)