

邵晓阳, 黎道峰, 潭路, 蔡庆华. 三峡库区银鱼生长特点及资源分析. 生态学报 2011, 31(17): 4858-4865.

Shao X Y, Li D F, Tan L, Cai Q H. The study on Ice-fish Resources in the Three Gorges Reservoir. Acta Ecologica Sinica 2011, 31(17): 4858-4865.

三峡库区银鱼生长特点及资源分析

邵晓阳^{1,2}, 黎道峰², 潭路², 蔡庆华^{2,*}

(1. 杭州师范大学生命与环境科学学院, 杭州 310036; 2. 中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

摘要: 2006 年 10 月—2007 年 10 月对三峡库区香溪河太湖新银鱼、短吻间银鱼资源以及水体的主要理化因子进行调查, 对太湖新银鱼、短吻间银鱼的生长特点进行了比较分析, 结果表明: (1) 香溪河 1—3 月多年平均气温为 8.4℃, 2 月份多年平均最低 10.8℃, 适宜银鱼孵化的最佳温度时间为 12 月至翌年 3 月。(2) 香溪河 pH 值全年在 7.5—9.0 之间变动, 大多季节稳定在 8.5 左右, 有利银鱼的繁殖生长。(3) 太湖新银鱼 5—6 cm 规格的个体数量占优势, 占总数 96.2%; 太湖新银鱼、短吻间银鱼的肥满度指数分别为 $(0.004 \pm 0.0004) \text{ g/cm}^3$ 、 $(0.002 \pm 0.0003) \text{ g/cm}^3$, 两种银鱼的肥满度指数差异显著 ($P < 0.001$)。分析探讨了银鱼的时空分布格局、捕捞强度和渔产量对银鱼种群形成与衰退的影响。结果显示: (1) 太湖新银鱼、短吻间银鱼在三峡水库湖北库区的各支流河道均有分布, 沿江而上, 种群规模逐渐减小, 渔获量组成以太湖新银鱼为优势类群。(2) 以灯光诱捕为主的扳罾网(网片规格为 14.7 m × 14.7 m, 网目 0.3 cm × 0.3 cm) 引入库区, 使银鱼种群数量急剧下降, 规格组成也发生巨大变化。2006 年 10 月, 太湖新银鱼种群主要由体长为 50—60、60—70 mm 的个体组成, 在种群中所占的比例分别为 62.3% 和 20.6%, 大于 70 mm 的个体也占 14.7%; 2007 年 10 月, 种群主要由体长为 40—50、50—60、60—70 mm 的个体组成, 在种群中所占的比例分别为 20.2%、61.7%、15.8%, 大于 70 mm 的个体极少见。(3) 太湖新银鱼垂直活动范围在 10 m 以上的水层, 受河岸底质的影响, 山坡陡峭、浸水坡面主要由岩石构成的河岸水质清澈, 银鱼数量较大。

关键词: 太湖新银鱼; 短吻间银鱼; 种群; 捕捞强度; 渔获物组成; 香溪河

The study on Ice-fish Resources in the Three Gorges Reservoir

SHAO Xiaoyang^{1,2}, LI Daofeng², TAN Lu², CAI Qinghua^{2,*}

1 Life and Environment College, Hangzhou Normal University, Hangzhou, 310036, China

2 Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, 430072, China

Abstract: This research investigated the resources of *Neosalanx taihuensis*, and *Hemisalanx brachyrostralis* in the Xiangxi River, a tributary to the Three Gorges Reservoir. Sampling was conducted at four sites (i. e. Xiakou, Yanguan, Qiaojiaba and Guanzhuangping) in the river during October 2006 and October 2007. At Xiakou, Yanguan and Qiaojiaba, the number of individuals of *N. taihuensis* and *H. brachyrostralis* was counted for 3 to 5 fishermen's daily harvest every quarter, i. e. in October 2006, January, April, July, and October 2007; while at Guanzhuangping, the icefish was collected at three water depths in the column, i. e. 5 m, 10 m and 15 m respectively. Sampling was conducted using a lift net (area: 15 m × 15 m; mesh size: 2—3 mm) 2 or 3 times each month. During sampling, the major physical and chemical factors of the water were measured. Growth characteristics of *N. taihuensis* and *H. brachyrostralis* were analyzed. The results showed that (1) The average water temperature from January through March is 8.4℃ for many years in the Xiangxi River; The average minimum water temperature in February was 5.9℃ for years. The season with the water temperature suitable for the incubation of ice-fish was between December and March. (2) The pH of Xiangxi River ranged from 7.5 to 9.5 around the year, and is usually about 8.5, which is good for reproduction and growth of both species. (3)

基金项目: 国家自然科学基金项目(30330140, 40671197); 中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCX22YW2427); 国家重点基础研究发展规划资助项目(2002CB412300)

收稿日期: 2010-05-26; 修订日期: 2011-05-11

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: qhcai@ihb.ac.cn

The contents of major nutrition varied among the sampling sites, and could basically support the growth of ice-fish. (4) Individuals of 5—6 cm standard length accounted for 96.2% of the harvest of *N. taihuensis*. The fullness index of *N. taihuensis* and *H. brachyrostralis* are $(0.004 \pm 0.0004) \text{ g/cm}^3$ and $(0.002 \pm 0.0003) \text{ g/cm}^3$ respectively, which was significantly different between the two species ($P < 0.001$). Spatial pattern of the populations and the impacts of fishery harvest and fishing intensity on population dynamics of both species were also discussed. (1) The *N. taihuensis* and *H. brachyrostralis* live in all the tributaries in the Three Gorges Reservoir in Hubei Province. Abundance declined gradually upward along each stream. *N. taihuensis* is dominant compared to *H. brachyrostralis* in the harvest. (2) The applying of lift net using light to trap ice-fish has induced dramatically decline of ice-fish abundance, and changed the size structures of the populations. In October 2006, the percentages of individuals in 50—60 mm, 60—70 mm and larger than 70 mm standard length in the catch of *N. taihuensis* were 62.3%, 20.6% and 14.7% respectively; and in October 2007, the percentages were 20.2%, 61.7% and 15.8% respectively. With the increase of fishing intensity, the spawning stock diminished in size structure and declined in abundance, which indicated decline of the *N. taihuensis* population from overexploitation. (3) The water temperature in the water column from the surface to 10 meter depth is usually constant in most seasons in the Xiangxi River. The *N. taihuensis* spreads across this water column. While during June through August, water temperature is high in the surface, and the *N. taihuensis* lives mainly in the water depth between 5 and 10 m, indicating the avoidance of high temperature by *N. taihuensis*. Water near the rock bank in the river is usually clean with high transparency, where density of ice-fish is usually high.

Key Words: Xiangxi River; *Neosalanx taihuensis*; *Hemisalanx brachyrostralis*; population; fishing intensity; composition of catches captured

太湖新银鱼(*Neosalanx taihuensis* Chen)为1年生的小型鱼类,隶属于胡瓜鱼目(Osmeriformes)、银鱼科(Salangidae),对环境变化反应敏感,是典型的 r -选择物种。太湖新银鱼分布在朝鲜半岛西岸,瓠江以北各水系及近岸;短吻间银鱼(*Hemisalanx brachyrostralis*)分布长江中下游及沿江大中型湖泊,是长江特有种^[1]。短吻间银鱼在长江流域分布范围较广,从葛洲坝水库到江苏太湖为其天然分布区。其分布上限为长江秭归段,下限为太湖湖区^[1]。银鱼种群恢复能力和定居能力强,移入新的生态系统后,会很快形成种群甚至分化出新的繁殖群体^[2]。

2006年5月,三峡水库湖北库区九畹溪至神农溪江段的各支流均出现银鱼鱼讯,对香溪河、童庄河、青干河以及神农溪部分渔民捕捞渔获量调查结果表明,银鱼渔讯主要由太湖新银鱼和短吻间银鱼组成,以太湖新银鱼为优势类群。

国内对太湖新银鱼的研究开展较为全面,移植增殖技术也比较成熟^[2-3],太湖新银鱼的种群爆发与衰减一直是该领域的研究热点问题^[4-6]。以香溪河为例探讨三峡水库蓄水之后,太湖新银鱼种群分布特征,可以为合理开发长江银鱼资源提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集

2006年8月—2007年10月在香溪河设4个调查站点(图1),其中峡口、盐官、乔家坝站点只统计渔获物中太湖新银鱼和短吻间银鱼数量,每季度统计1次,每次统计3—5户渔民的渔获物。官庄坪作为定点分层(水下5、10、15 m)采样,每月2—3次。采样期间,三峡水库水位145—156 m之间波动。采用扳罾网(长15 m,宽15 m,网目2—3 mm),网口面积大约为250 m²,水流速度小于0.05 m/s^[7],通过450 W的白炽灯置于离水面2.0 m左右的位置进行灯光诱捕采集渔获物。天黑开灯,翌晨天亮前取网。按10%比例抽样,共抽测样本3387尾,其中太湖新银鱼3258尾,短吻间银鱼129尾。

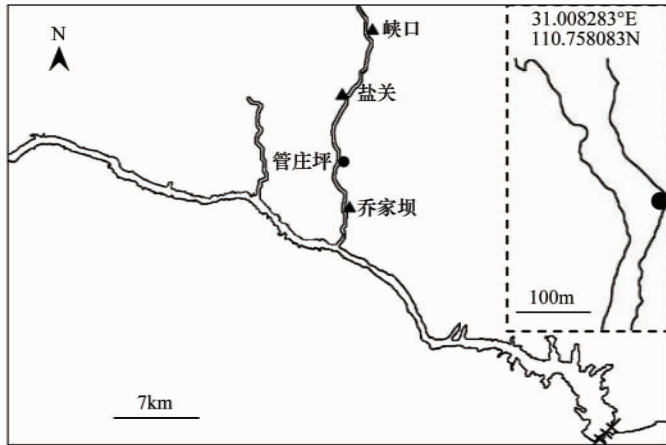


图1 三峡水库太湖新银鱼调查站点位置

Fig.1 Sampling location for *Neosalanx taihuensis* in the Xiangxi Reservoir

1.2 测量指标

标本鉴定根据已经出版的分类专著^[8-9],采集的银鱼样品立即置于冰块中保存,用 Mahr 卡尺测量(精度 0.01 mm)体长(L),用金诺 TD 1000IB 电子天平(精度 0.01 g)测量体重(W),计算肥满度(W/L^3)。测量后渔获物样品用福尔马林固定,带回室内处理。

对 4 个站点检测水温、pH 值、硝酸盐、磷酸盐、硅酸盐等指标。

2 结果与讨论

2.1 理化因子

太湖新银鱼产卵期水温范围为 2—8 °C^[7,10-11],自然条件下太湖新银鱼孵化率最高的温度范围在 10 °C (孵化率大于 40%)左右^[12]。实验研究表明:20 °C 水温条件下虽然孵出苗数量较多,但畸形率很高^[11](图 1)。

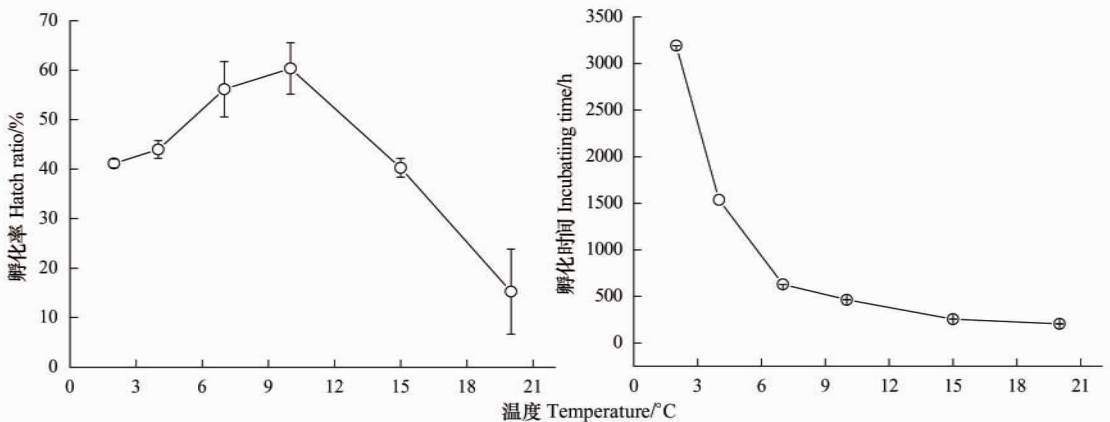


图2 水温对太湖新银鱼孵化成功率及孵化时间的影响

Fig.2 Water temperature influence on hatching rate and hatching time of *P. taihuensis*

2005 年 2 月—2009 年 6 月对香溪河库湾水温连续 53 个月的监测显示(图 3) 水体平均最低温度出现在 2 月份(10.8 ± 0.3),12 月至翌年 3 月水温低于 15 °C。所以,太湖新银鱼在香溪河的产卵时间应该在每年的 1—2 月份,适宜孵化的最佳温度时间为 1—4 月份。

在弱碱性水体里,银鱼移植不但取得成功,且产量逐年提高^[8,10]。香溪河全年 pH 值基本在 7.5—9.0 之间变动,大多季节稳定在 8.5 左右,这对银鱼的繁殖生长是有利的(图 3)。

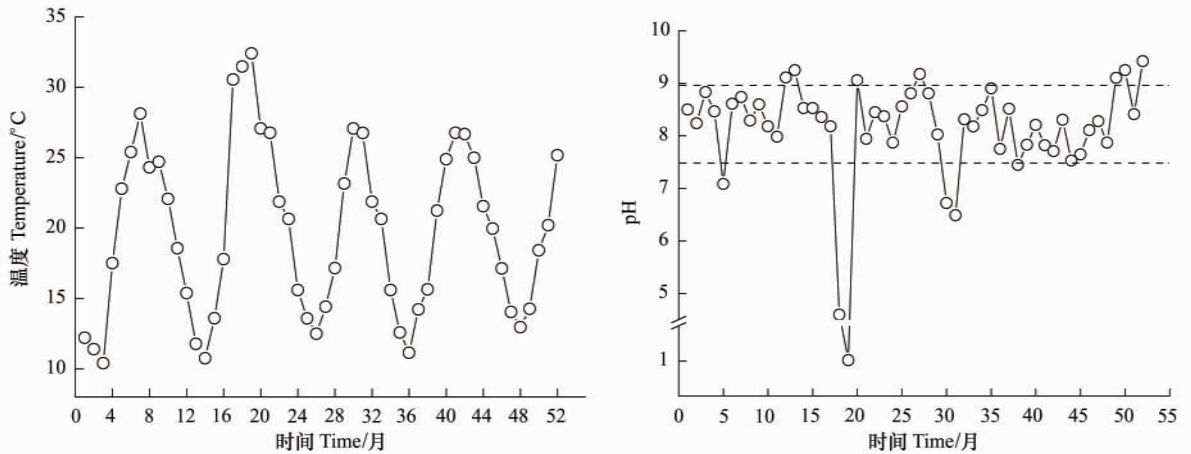


图3 香溪河水温、pH变化(2005-01—2009-06)

Fig. 3 Change of water temperature and pH from 2005 to 2009 in Xiangxi River

银鱼能耐受较大幅度的溶氧变化,但对水体溶解氧的要求相对较高。香溪河溶解氧为 (10.7 ± 3.3) mg/L,其变化范围在5.2—23.1 mg/L,多数时间和河段溶解氧维持在8.0 mg/L以上。

香溪河主要营养盐检测结果,硝酸盐含量为 (0.108 ± 0.094) mg/L(0.031—0.514 mg/L),磷酸盐 (1.267 ± 0.587) mg/L(0.122—2.995 mg/L),硅酸盐 (4.61 ± 2.01) mg/L(0.24—7.58 mg/L)。银鱼移入水体的硝酸盐含量一般要求在0.075—1.919 mg/L,磷酸盐的含量应为0.033—0.115 mg/L,硅酸盐含量需在1.22—6.85 mg/L^[13]。各站点之间营养盐含量差异较大,但基本上符合银鱼生长的需求。

2.2 形态特征与生长

太湖新银鱼的形态与已有的研究结果相比,有较大的变化。已有的研究表明,太湖新银鱼与月龄之间存在极显著的线性相关,体长100 mm左右是体重快速增加的分界^[14](图4,图5)。香溪河太湖新银鱼体重增加速率相对较平稳,没有明显的生长加速变化(图6)。

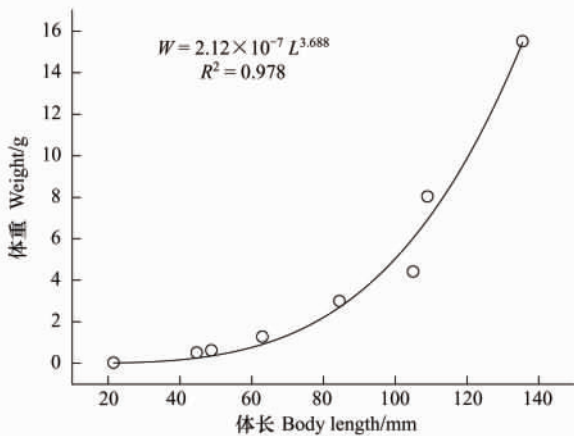


图4 太湖新银鱼体长与体重关系曲线

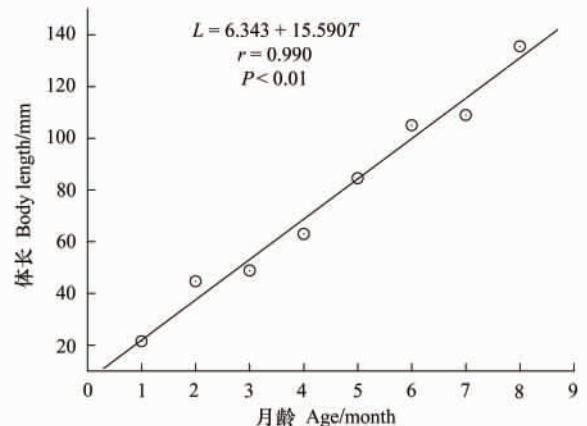
Fig. 4 Curve in body length of *P. hyalocranius* related Body weight

图5 太湖新银鱼体长与月龄关系曲线

Fig. 5 Growth curve in body length of *P. hyalocranius* related month round

肥满度指数分别为:太湖新银鱼 (0.004 ± 0.0004) g/cm³,短吻间银鱼 (0.002 ± 0.0003) g/cm³。两种银鱼的肥满度指数差异显著($P < 0.001$),太湖新银鱼各生长阶段的体重增加速率明显大于短吻间银鱼(图6)。

2.3 捕捞强度

对3个调查站点的渔获物统计结果表明,太湖新银鱼渔汛最早出现在2月,大量出现在7—9月,10月之

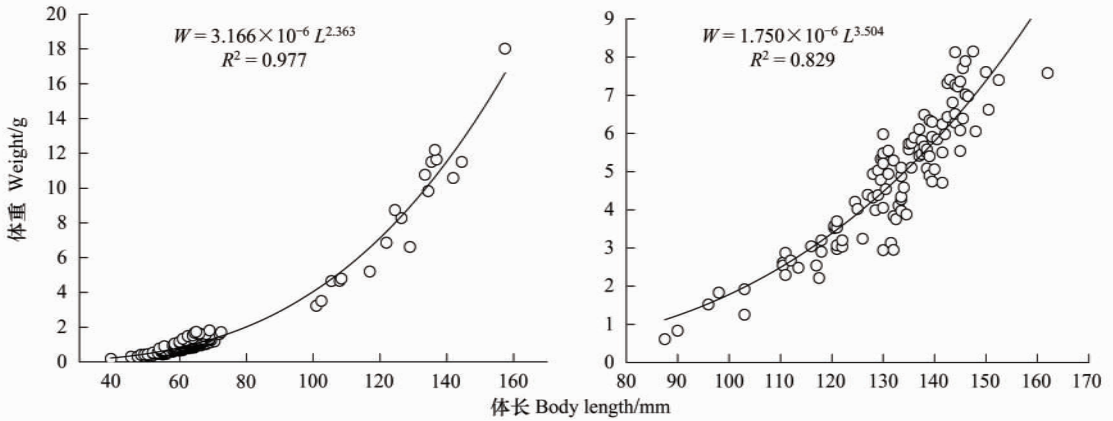


图 6 太湖新银鱼与短吻间银鱼生长特点的比较

Fig. 6 Comparison of growth characteristic of two icefish species

后开始逐渐减少。6 月份日捕获量大约在 500 kg 左右。在 7—9 月份, 平均日捕获总量约为 5000 kg 左右。立秋季之后, 日捕获银鱼产量开始逐渐减少到 300 kg 左右。根据调查数据推算香溪河库湾 155 付扳罾网银鱼捕捞量, 估计 2006、2007 香溪河银鱼产量约为 155 t、76 t。

2.4 活动范围

香溪河太湖新银鱼垂直活动范围在 10 m 以上的水层(图 7), 渔民放置扳罾网的深度一般也都控制在 9 m 左右的水深。对官庄坪站点水温检测表明, 水下 0.5 m 与 10 m 水温温差以 6 月至 8 月最大(平均 2.4 °C), 10 月至翌年 2 月最小(平均 0.05 °C)(图 8)。

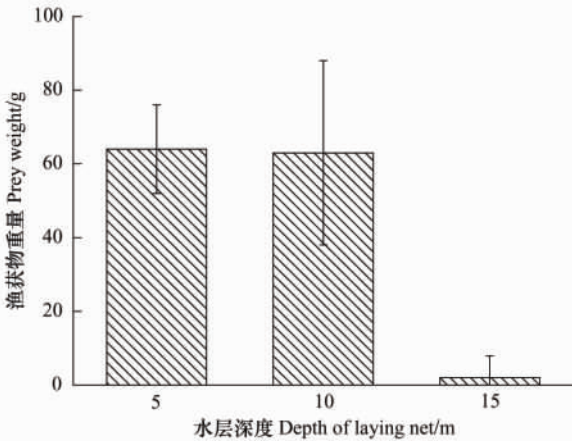


图 7 香溪河太湖新银鱼各水层渔获量比较

Fig. 7 Comparison of catch at various depth in Xiangxi River

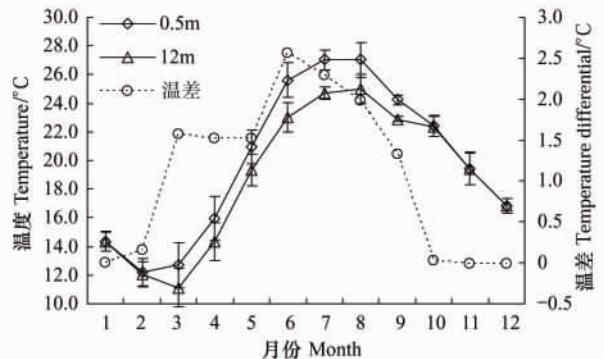


图 8 香溪河水层温度变化与温差

Fig. 8 Temperature and differential at various depth in Xiangxi River

2.6 种群组成

对 2006、2007 年 10 月获得的银鱼解剖结果显示, 平均体长在 58 mm 以上的雌性个体有明显卵巢, 生殖腺发育到第 II 期成熟期, 呈窄带状, 这与已公开报道的研究结果相似^[7]。

2006 年与 2007 年同季节太湖新银鱼组成比较 2006 年 8 月主要由体长为 50—60、60—70 mm 的个体组成, 在种群中所占的比例分别为 52.9% 和 22.9%; 10 月种群主要由体长为 50—60、60—70 mm 的个体组成, 在种群中所占的比例分别为 62.3% 和 20.6%, 大于 70 mm 的个体也占 14.7%, 最大个体为 157.5 mm。2007 年 8 月太湖新银鱼主要由体长为 30—40、40—50 mm 的个体组成, 在种群中所占的比例分别为 39.3% 和

29.6%; 10 月, 种群主要由体长为 40—50、50—60、60—70 mm 的个体组成, 在种群中所占的比例分别为 20.2%、61.7%、15.8%, 大于 70 mm 的个体极少见(图 9)。

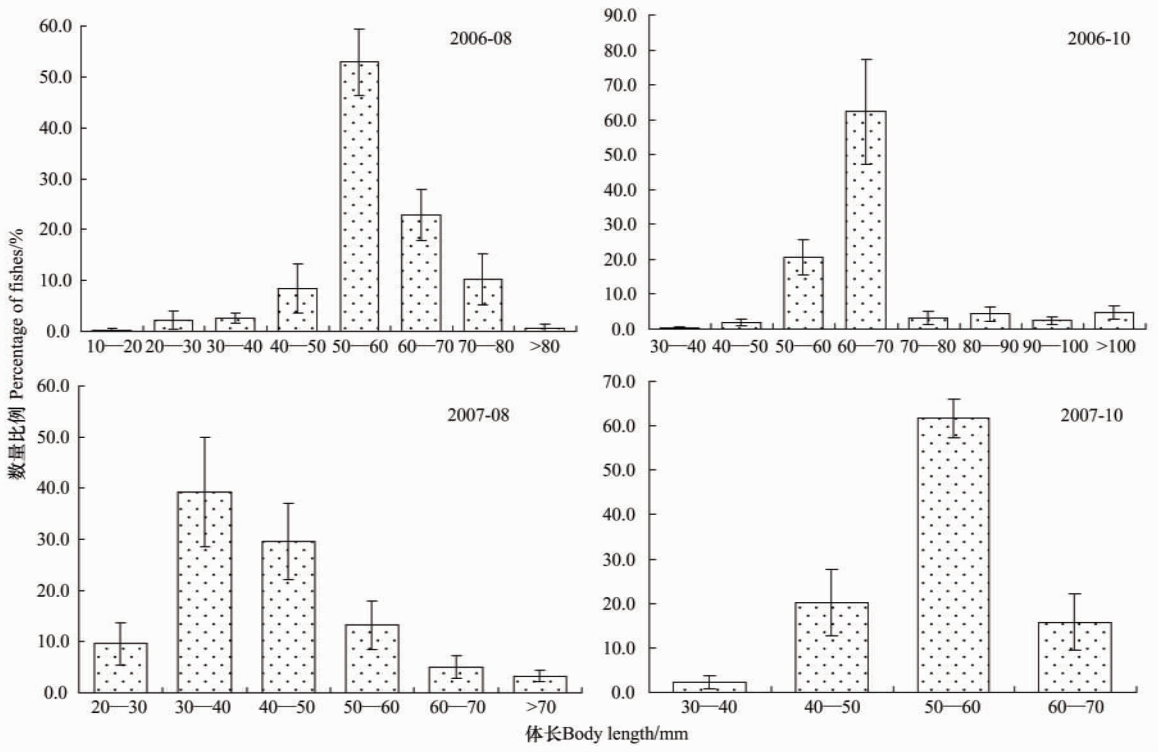


图 9 不同年份和季节太湖新银鱼渔获物体长组成比较

Fig. 9 Comparison of body length composition of catch in different year and season

3 讨论

短吻间银鱼是长江土著种, 种群消长与江-湖关系的变动密切相关^[15], 2004 年 10 月开始对香溪河库湾 135 m 水位鱼类组成周年变化调查, 也只采集到短吻间银鱼而没有太湖新银鱼^[16-17]。因此, 三峡水库湖北库区九畹溪至青干河江段的各支流只有短吻间银鱼分布^[13-14, 17]。

三峡库区内的湖北省省管大型水库, 1997 年底之前有 49 座投放了太湖新银鱼鱼卵, 并形成了银鱼鱼汛^[13-14, 18]。这些增殖养殖银鱼的水库, 多数与长江干流相通。坝前 10—20 m 深水区是太湖新银鱼群集处, 提闸放水时有大量银鱼流出^[18]。

三峡水库坝前水位由 82.28 m(1997 年 11 月)蓄水至 156 m(2006 年 9 月), 淹没区流域内的长江干流及各支流水面扩大、水流趋缓, 水体逐渐由河流型向河流-湖泊型转变^[19]。水体空间不断扩大、淹没区大量的营养物质进入水体^[19-20]、浮游生物数量增加^[18, 21-22]、适于湖泊型水体的大型食鱼性鱼类种群增长滞后, 给太湖新银鱼种群生态位迅速扩张、种群爆发提供了有利条件。太湖新银鱼比短吻间银鱼体重增加更为迅速, 表明获取食物、以及转化为生长、繁殖所需的能量和营养更为有效(图 6), 有利于太湖新银鱼在种间竞争中取胜。

香溪河水面相对较宽, 平均在 100 m 左右, 且有较长的山坳缓坡沿岸带。除此之外, (1) 营养物质丰富, 小型甲壳动物数量较大, 除汛期来临水位有较大幅度下降之外, 全年大部分时间水位波动幅度较小(< 4 m); (2) 上游为溪、河的交汇区, 有一定流速, 底质多为沙砾, 具备了太湖新银鱼产卵场的条件; (3) 上游水较浅, 冬季的西北风可以使表层水温骤然降低(水温可降至 2—4 ℃), 成为银鱼产卵的刺激信号^[15], 太湖新银鱼繁殖个体集群上溯至上游水深 5—10 m、流速 0.1—0.2 m/s 的砂石底质处产卵。这些特征, 使香溪河成为三峡水库太湖新银鱼种群的主要分布区之一。

香溪河太湖新银鱼主要分布在近湾口的汪家坝至峡口 10km 河段。官庄坪站点河道东西侧, 用相同规格

扳罾网捕捞太湖新银鱼,西侧捕捞的数量比东侧多 20% 左右,主要原因可能是西侧山坡陡峭、浸水坡面主要由岩石构成,在风浪冲击下,西侧河道水质基本不会因浪涌而改变,符合太湖新银鱼喜清澈水质的习性。

香溪河库湾水深 10 m 以内各水层多数季节温差较小,6—8 月温差较大,太湖新银鱼主要活动在 5—10 m 的水层,表明高温对太湖新银鱼的活动范围有一定的限制作用。

捕捞强度加大,对太湖新银鱼种群的衰退有非常明显的作用。导致进入繁殖期的太湖新银鱼规格和个体数量逐渐年减小(图 9)。

对国内 10 座水库移植太湖新银鱼的效果分析,从受精卵到形成渔汛一般需要 2—3 a 的时间^[23]。三峡库区自 2003 年开始蓄水至 2006 年形成太湖新银鱼渔汛,与水库移植太湖新银鱼的一般规律基本相符。因此,可以把香溪河太湖新银鱼种群的形成分为 3 个阶段:种群蓄积阶段(1997—2003 年)、种群增长阶段(2003—2005 年)、种群爆发阶段(2006—2007 年)。

References:

- [1] Wang Z S, Fu C Z, Lei G C. Biodiversity of Chinese Icefishes(Salangidae) and their conserving strategies. *Biodiversity Science*, 2002, 10(4): 416-424.
- [2] Feng Y P, Liu Y J, Liang Kaixue. Studies on the transplantation and enhancement of the Large-icefish *Protosalanx hyalocranius* in reservoirs in Hubei Province. *Reservoir Fisheries*, 2002, 22(6): 30-31.
- [3] Qin W, Liang S R, Jia W F. Population succession dynamics and proliferation measures of Icefishes in TaiHuensis. *Freshwater Fisheries*, 1997, 27(6): 3-6.
- [4] Ren B Z, Liu T. Reasons for the fluctuation of Icefish yields in reservoirs and the possible strategies. *Reservoir Fisheries*, 2002, 22(3): 28-30.
- [5] Chen Z R, Zhang X, Liu L Y, Han Lizhong. Studies on the variation in population of *Neosalanx taihuensis* Chen in JingYue Reservoir. *China Fishery Science*, 1997, 4(5): 91-95.
- [6] Huang Z L, Chang J B. Can icefish (Salangidae) production be predicted?. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(1): 86-93.
- [7] Gong W B, Cheng F, Xie S G. A Comparative study on reproductive characteristics of the spring and autumn spawning stocks of *Neosalanx taihuensis* Chen in the Three Gorges Reservoir. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2010, 34(5): 1065-1068.
- [8] Ni Y, Zhu C D. Fishes of TaiHu Lake. Shanghai: Shanghai scientific and Technical Publishers, 2005.
- [9] Zheng B S. China animal atlas-fishes. Beijing: Science Press, 1987.
- [10] Wang Y F, Gai Y X. Research of water main ecological factors of *Neosalanx taihuensis* proliferation. *Journal of Fishery Sciences of China*, 1998, 5(1): 123-126.
- [11] Xu G Z, Hu B, Bao C H. The experiment in biological habit of *Neosalanx taihuensis* Chen in Dongpu Reservoir and its Multiplication. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 1998, 26(4): 383-385.
- [12] Chen W. Records and distribution of the Hubei province fish. *Theresources Development and Protection*, 1990, 6(3): 144-150.
- [13] Gong S Y, Zhang X P, He X G. Study on the transplantation and multiplication of Icefishes in reservoirs and lakes, Hubei Province. *Journal of Lake Science*, 2004, 16(2): 185-191.
- [14] Hu C L, Liu J H, Peng J H, Yu F H. Salangids in China and their ecological management principles for transplantation. *Lake Sciences*, 2001, 13(3): 204-210.
- [15] Wang Z S, Lu C, Xu C R. Impact of river-lake isolation on the spatial distribution pattern of *Hemisanx brachyrostralis*. *Biodiversity Science*, 2005, 13(5): 407-415.
- [16] He C C. Investigating on Hubei fishery resource. *Journal of Hubei Fishery*, 1990, 3(3): 84-85.
- [17] Shao X Y, Li D F, Cai Q H. The Composition of the fish community in Xiangxi Bay and resources evaluation. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2006, 30(1): 70-74.
- [18] Kuang Q J, Bi Y H, Zhou G J, Cai Q H, Hu Z Y. Study on the phytoplankton in the Three Gorges Reservoir before and after sluice and the protection of water quality. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2005, 29(4): 353-358.
- [19] Zheng B H, Zhang Y, Fu G, Liu H L. On the assessment standards for nutrition status in the Three Gorge Reservoir. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2006, 26(6): 1022-1030.
- [20] Zhang Y, Zheng B H, Liu H L, Fu G, Luo Z X. Characters of nitrogen and phosphorus of the Three Gorges Reservoir after impounding. *Water Resources Protection*, 2005, 21(6): 23-26.
- [21] Hu Z Y, Cai Q H. Preliminary studies on water ecosystem dynamic of Three Gorges Reservoir before and after impoundment. *Acta Hydrobiologica*

Sinica, 2006, 30(1): 1-6.

- [22] Li Y J, Li D G, Wang D R. Influence of second phase sluice of the Three Gorges Reservoir on the eutrophication of the reservoir-feeding tributaries. *Journal of Southwest Agricultural University(Natural Science)*, 2005, 27(4): 474-478.
- [23] Yu S Y, Shen Q Z. The latent period of *Protosalanx hyalocranius* is significantly short than one of *Neosalanx taihuensis* Chen. *Reservoir Fisheries*, 1995, 15(3) 31-32.

参考文献:

- [1] 王忠锁,傅萃长,雷光春. 中国银鱼的多样性及其保护对策. *生物多样性*, 2002, 10(4): 416-424.
- [2] 冯永平,刘英杰,梁开学. 湖北省水库银鱼移植增殖效果探析. *水利渔业*, 2002, 22(6): 30-31.
- [3] 秦伟,梁守仁,贾文方. 太湖银鱼种群消长动态及其增殖措施. *淡水渔业*, 1997, 27(6): 3-6.
- [4] 任百洲,刘韬. 水库银鱼资源量波动原因及对策分析. *水利渔业*, 2002, 22(3): 28-30.
- [5] 陈肇仁,张晓,刘丽影,韩立志. 净月水库太湖新银鱼种群数量变动的研究. *中国水产科学*, 1997, 14(5): 91-95.
- [6] 黄真理,常剑波. 银鱼的产量能预报吗?. *生态学报*, 2001, 21(1): 86-93.
- [7] 龚望宝,吴朗,谢松光. 三峡水库太湖新银鱼春季和秋季繁殖群体的繁殖生物学特征比较. *水生生物学报*, 2010, 34(5): 1065-1068.
- [8] 倪勇,朱成德. 太湖鱼类志. 上海: 上海科学技术出版社, 2005.
- [9] 郑宝珊. 中国动物图谱-鱼类. 北京: 科学出版社, 1987.
- [10] 王玉芬,盖玉欣. 增殖太湖新银鱼水体主要生态因子的研究. *中国水产科学*, 1998, 15(1): 123-126.
- [11] 徐桂珍,胡波,鲍传和. 董铺水库太湖新银鱼生物学及其增殖试验. *安徽农业科学*, 1998, 26(4): 383-385.
- [12] 陈炜. 湖北省的鱼类及其分布. *资源开发与保护*, 1990, 6(3): 144-150.
- [13] 龚世园,张训蒲,梁开学. 湖北省水库与湖泊银鱼移植与增殖试验术. *湖泊科学*, 2004, 16(2): 185-191.
- [14] 胡传林,刘家寿,彭建华,俞伏虎. 我国银鱼研究概况及其移植的生态管理准则. *湖泊科学*, 2001, 13(3): 204-210.
- [15] 王忠锁,吕偲,许崇任. 江湖阻隔对短吻间银鱼空间格局的影响. *生物多样性*, 2005, 13(5): 407-415.
- [16] 何长才. 香溪河鱼类资源调查. *湖北渔业*, 1990, 3(3): 84-85.
- [17] 邵晓阳,黎道丰,蔡庆华. 香溪河鱼类群落组成及资源评价. *水生生物学报*, 2006, 30(1): 70-74.
- [18] 况琪军,毕永红,周广杰,蔡庆华,胡征宇. 三峡水库蓄水前后浮游植物调查及水环境初步分析. *水生生物学报*, 2005, 29(4): 353-358.
- [19] 郑丙辉,张远,富国,刘鸿亮. 三峡水库营养状态评价标准研究. *环境科学学报*, 2006, 26(6): 1022-1030.
- [20] 张远,郑丙辉,刘鸿亮,富国,罗专溪. 三峡水库蓄水后氮、磷营养盐的特征分析. *水资源保护*, 2005, 21(6): 23-26.
- [21] 胡征宇,蔡庆华. 三峡水库蓄水前后水生态系统动态的初步研究. *水生生物学报*, 2006, 30(1): 1-6.
- [22] 李永建,李斗果,王德蕊. 三峡工程 II 期蓄水对支流富营养化的影响. *西南农业大学学报(自然科学版)*, 2005, 27(4): 474-478.
- [23] 喻叔英,沈其璋. 大银鱼潜伏期明显短于太湖新银鱼. *水利渔业*, 1995, 15(3): 31-32.