

不同喂食方法对产后野生中华鲟的摄食促进

张晓雁^① 刘鉴毅^{②③} 危起伟^{②③*} 杨道明^① 周文军^① 蔡经江^① 杨静^①

(^①北京海洋馆 北京 100081;

^②农业部淡水鱼类种质资源与生物技术重点开放实验室 中国水产科学研究院长江水产研究所 荆州 434000;

^③中国水产科学研究院淡水渔业研究中心 无锡 214081)

摘要 2006年1月13日~7月15日,研究了不同喂食方法对产后野生雌性中华鲟(*Acipenser sinensis*)的摄食促进效果。研究表明,经人工繁殖后的中华鲟身体较虚弱,在人工环境下无主动摄食行为。野生中华鲟对投洒的人工配合饲料及天然饲料均无摄食反应,水下直接喂食天然饲料的效果依赖于中华鲟主动摄食能力的恢复,而采用导管喂食方法可以实现中华鲟的被动摄食,摄食量由76 g逐步增加至382 g,20 d后开始出现主动摄食行为,日食量逐步上升至1 822 g并趋于稳定。导管喂食过程中健康状况也逐步得到改善,胸围和腹围开始提高,主动摄食后健康状况得到彻底改善。实验表明产后野生中华鲟的体能恢复有望在水族馆较好的环境条件中得以实现。

关键词: 中华鲟, 产后恢复, 水族馆, 驯养

中图分类号: Q958 文献标识码: A 文章编号: 0250-3263(2007)02-142-05

Recovery of Foraging Ability of Wild Female Chinese Sturgeon after Artificial Propagation in Aquarium by Different Feeding Methods

ZHANG Xiao-Yan^① LIU Jian-Yi^{②③} WEI Qi-Wei^{②③*} YANG Dao-Ming^①
ZHOU Wen-Jun^① CAI Jing-Jiang^① YANG Jing^①

(^①Beijing Aquarium, Beijing 100081;

^②Key Lab of Freshwater Fish Germplasm Resources and Biotechnology, Ministry of Agriculture;

Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Jingzhou 434000;

^③Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fisheries Science, Wuxi 214081, China)

Abstract: A wild female Chinese Sturgeon (*Acipenser sinensis*) caught from the Yichang section of Yangtze River was domesticated in an aquarium in Beijing from January 13 to July 15 in 2006 after artificial propagation. Different feeding methods were conducted for the recovery of foraging ability of the Chinese sturgeon which was so weakness to eat any food initiaively. Of the methods a successful way was established through introducing a plastic tube by a diver to the end of the esophagus to transport the food to the stomach of the fish after 2 months tests. The Chinese Sturgeon gradually adapted the diver and the feeding way and daily food consumption increased form 76 g to 1 822 g. With the energy supplying, the Chinese Sturgeon became strong enough to find the food initiaively after 20 d. The condition of the sturgeon improved largely with perimeter of the section of chest and abdomen becoming larger. The results indicated

基金项目: 国家公益研究专项(No. 2004DIB3J099) 国家基础性工作重点项目(No. 2002DEA1004) 国家自然科学基金重大项目(No. 30490231);

* 通讯作者, E-mail: weiqw@yfi.ac.cn;

第一作者介绍: 张晓雁, 女, 工程师, 研究方向: 水族生态与管理, E-mail: Zn7@sina.com.

收稿日期: 2006-08-24, 修回日期: 2006-12-05

challenges could be realized in the good conditions as aquarium for recovery of the Chinese Sturgeon after artificial propagation.

Key words :Chinese Sturgeon (*Acipenser sinensis*); Recovery; Aquarium; Domestication

世界上现存鲟形目鱼类共 27 种,其中有 17 种处于濒危或极危状态,9 种处于易危状态,如何才能有效地保护这些珍贵鱼类在全世界范围内引起了广泛关注^[1]。中华鲟(*Acipenser sinensis*)是一种典型的溯河洄游性鱼类,主要分布于我国的东海、黄海、珠江和长江干流^[2]。20 世纪后期,由于过度捕捞、水利工程建设、航运、水体污染等诸多因素,其野生种群资源不断下降,虽然在 1988 年被列为国家一级保护动物,但从 1981~1999 年的 19 年间,中华鲟的幼鲟补充群体和亲鲟补充群体仍然分别减少了 80%和 90%左右^[3,4]。为了更好地保护中华鲟,需要开展一些移地保护研究。北京海洋馆利用先进的技术和饲养条件,在珍稀濒危水生动物的保护方面进行了一些有益的探索^[5]。

野生鲟鱼驯养和摄食行为的研究,国外如美国和俄罗斯有所突破,但是中国仅有一些其他鲟鱼驯养研究的报道^[6-9]。2005 年,我们对野生中华鲟在水族馆的驯养方法进行了探索,并取得成功^[5-6],使产后中华鲟在水族馆内健康复原,进而达到主动摄食,这在国内还是首次报道,对于产后中华鲟重复利用和保护中华鲟亲本资源具有重大意义。

根据野生中华鲟的生活习性,在产卵前会停止进食,产卵后一般回到大海时才会进食,但也曾发现,产后中华鲟在长江中游已开始摄食^[2]。如何实现产后野生中华鲟在人工环境下进食,恢复体质,进而主动摄食,成为一项重要的研究课题。为了寻找适宜的喂食方法,作者研究了不同喂食方法对产后野生中华鲟摄食促进的效果。

1 材料与方 法

1.1 实验鱼 实验用野生中华鲟是中国水产科学院长江水产研究所于 2005 年 11 月 9 日在宜昌江段科研捕捞的样本。经检查,该鱼

为雌性,估计年龄为 23 龄,全长 338 cm,体长 280 cm,体重 260 kg。在荆州市中华鲟增殖放流基地进行人工催产后,运至北京海洋馆进行康复研究。

1.2 水族馆驯养池 驯养池规格为 29 m(长)×11 m(宽)×4.4 m(高),总水量达 1 400 t,展窗 20.0 m(长)×3.0 m(高),实验开始前对池中岩石造景进行改造,造景表面覆盖质地柔软的外套,外套使用无毒树脂合成材料制成,避免冲撞或刚蹭造成鱼体受伤。驯养池配备世界先进的生命支撑系统(life support system),可以对水温、水质进行人工监控和调节,还具有淡水、海水转换调控能力。水质监测方法同文献^[5]。

1.3 饲料及处理方法 根据中华鲟的食性,准备了天然饲料及人工饲料共 20 种。天然饲料选用海水及淡水不同种类,饲料处理方法同文献^[5]。

导管喂食饲料制作方法:将去掉外壳经过紫外线杀菌的南美白对虾肌肉装入去除头部及内脏、经过紫外线杀菌的鲑鱼体内,用医用羊肠线缝合鲑鱼体腔口,将制作完成的饲料穿在长度为 90 cm、直径为 1 cm 的硬塑料管顶部。

1.4 喂食方法 中华鲟进入鲟鱼池后于次日开始喂食,采用 4 种喂食方法:固定场所喂食人工颗粒饲料;固定场所喂食天然饲料;水下直接喂食天然饲料;水下使用导管插入食道喂食饲料。

在池底中华鲟游动路线位置建立饲料固定喂食场,每天 9:00~10:00 时投喂人工配合饲料,14:00~15:00 时投喂天然饲料,15:00~16:00 时由潜水员水下喂食天然饲料(从 6 月 18 日到 7 月 7 日水下使用导管插入食道喂食天然饲料)。

人工颗粒饲料的投喂采用文献^[10]提到的方式。固定场所喂食天然饲料的方式为:潜水员在喂食场洒下天然饵料,其中淡水活饵鱼类

剪掉部分尾鳍,以避免鱼饵分散游开。饵料密度为 10 尾/m²,每尾饵料鱼体长控制在 10~20 cm。

潜水员水下直接喂食的方法为:潜水员在产后中华鲟游动路线固定位置等候,待其游至身边,将饲料放于中华鲟嘴边,或者将饲料塞入其口中。潜水员水下使用导管喂食的方法为:潜水员通过长 90 cm,直径 1 cm 稍有弧度的硬塑料管将包在顶端的天然饵料送入中华鲟口中,随着中华鲟的吞咽,潜水员将塑料管逐渐深入食道,插入长度 70 cm,这样可保证中华鲟不会将饵料吐出。

表 1 产后中华鲟对于不同喂食方式的行为反应随时间变化的关系

| 时间(月-日) | 喂食方法 | 行为表现 | 泳层 |
|-------------|----------------------------|---|-------------------|
| 1-13 至 3-15 | 中华鲟游动路线洒喂人工或天然饲料,或等候喂食天然饲料 | 对饲料无反应,游速缓慢,当潜水员靠近时,加速游开 | 池体中上层 |
| 3-15 至 4月初 | 中华鲟游动路线等候喂食或将饲料塞入产后中华鲟口中 | 不摄食或将塞入口中饲料吐出。对潜水员靠近及抚摸(尾部除外)无受惊反应,游速下降,游姿不平稳 | 池体中上层 |
| 4月初至 6-18 | 中华鲟游动路线等候喂食或将饲料塞入产后中华鲟口中 | 不摄食或将塞入口中饲料吐出。对潜水员触摸尾部无反应,游速继续下降,游姿不平稳幅度加大 | 池体中上层 |
| 6-18 至 7-7 | 插管喂食 | 喂食量及喂食次数逐渐增加,7月22日开始对潜水员触摸尾部有躲避反应,泳速稍快 | 池体中上层 |
| 7-8 | 主动摄食 | 吸力弱,游动路线摄食第一条鱼后,围绕食场小圈游动 | 主动摄食第一条鱼后泳层降至池体下层 |
| 7-9 日以后 | 主动摄食 | 吸力逐渐增强,围绕食场主动摄食 | 池体下层 |

从表 1 可知,产后野生中华鲟对水下洒喂人工饲料和天然饲料均无觅食反应,在整个过程中,产后野生中华鲟对投洒的人工配合饲料及天然饲料,基本上无任何反应,既不摄食,也不靠近,游动路线没有任何变化。在中华鲟非主动摄食阶段,潜水员水下直接喂食天然饲料,均未获得成功,只有在中华鲟恢复了主动摄食能力后,才开始进食潜水员水下直接喂食的天然饲料。

使用导管插入食道喂食饲料的方法,可以较好地实现中华鲟的被动进食。6月18日首次使用即获成功,此后通过导管喂食生鲜饲料的情况越来越好,喂食量及喂食次数逐渐增加,健康状况也逐渐恢复,在接受导管喂食 20 d

1.5 身体检查及测量 每日对野生中华鲟体表及鳃进行仔细观察及记录,包括:体表有无生长水霉、有无淤血及鳃丝的颜色。定期对野生中华鲟进行胸围及腹围的测量并记录。测量方式为:潜水员在水下使用皮尺测量胸围、腹围。胸围测量位置:从头部数第 3 块背骨板最高点,第 2 块侧骨板最高点,腹围测量位置:从头部数第 5 块背骨板最高点,第 6 块侧骨板。

2 结果及分析

2.1 驯饵过程 产后野生中华鲟对不同喂食方式的行为反应随时间变化的关系见表 1。

后,出现主动摄食行为。从开始进食平均每 2 d 摄食的饲料量随驯养时间变化的关系如图 1 所示。

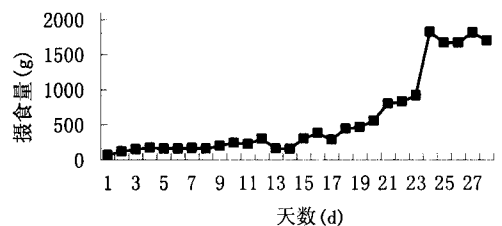


图 1 野生中华鲟平均每 2 d 摄食的饲料量随驯养日期的变化

2.2 中华鲟身体条件的变化 产后中华鲟进入海洋馆驯养池后,长达半年时间一直未摄食,身体逐渐消瘦,胸围及腹围下降,鳃的颜色逐渐

变浅,游速缓慢,从3月初开始,泳姿不平稳,游动时身体不能完全保持平衡,为避免其身体内伤,体能损耗,从3月14日开始每15日肌肉注射维生素C 2 ml 0.5 g×1支、维生素B₆ 1 ml 0.5 g×1支、ATP 2 ml 20 mg×2支加以保护治疗。从4月初开始,游速明显下降,游动时身体晃动幅度增大,潜水员触摸尾部无反应。6月18日开始进行导管喂食后,产后野生中华鲟身体健康状况明显好转。鳃的颜色逐渐加深,由淡粉红色变成深红色。胸围及腹围开始上升,游动时身姿逐渐平稳,当潜水员触摸尾部时加速游开,平均每15 d胸围、腹围随驯养时间变化的关系如图2所示。

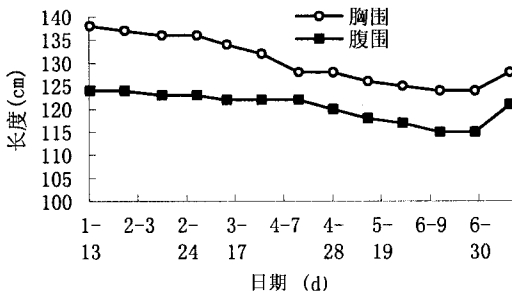


图2 产后野生中华鲟胸围、腹围随驯养时间变化

3 讨论

插管喂食后,泳速逐渐加快,对潜水员触摸尾部出现躲避行为,说明通过插管喂食使其体能开始上升,对应激能够做出反应。但是泳层仍为中上层,说明产后中华鲟此时仍无摄食欲望。插管喂食20 d后,潜水员在游动路线等候投喂,产后中华鲟摄食第一条鱼后,游动路线及泳层发生改变,主动觅食,随后,产后中华鲟摄食行为稳定,在食场摄食。说明产后中华鲟已经彻底恢复摄食。从表1产后中华鲟对于不同喂食方法的行为变化的全部过程看出,插管喂食是导致产后中华鲟体质恢复的关键因子,产后中华鲟体能开始恢复后,进而主动摄食,说明插管辅助喂食对此尾产后中华鲟主动摄食具有促进作用。另外,从图2看出,从1月至6月18日插管喂食前,产后中华鲟胸围及腹围明显下

降。于3月14日开始进行肌肉注射维生素C 2 ml 0.5 g×1支、维生素B₆ 1 ml 0.5 g×1支、ATP 2 ml 20 mg×2支加以保护治疗,随着食道插入导管喂食,产后野生中华鲟胸围及腹围下降趋势停止,并维持稳定,说明通过导管喂食的食量已经基本可以维持产后中华鲟自身的能量消耗,因此,产后野生中华鲟停止消瘦。在产后野生中华鲟开始主动摄食后,由于食量上升较大,胸围及腹围上升速度也随之明显加大,说明产后野生中华鲟通过摄食得到的能量已经超过自身基础代谢量,身体开始储存多余的能量。研究表明,产后野生中华鲟在进食后,身体健康状况日渐复原,随着进食量加大,体质恢复速度明显加快。

另外,使用导管喂食的优点在于:通过导管,可以将饲料送入产后野生中华鲟的食道下段,由于导管插入食道较深(插入食道70 cm),致使其不能将饲料吐出,确保其进食。此种喂食方法便于控制食量,对于救治野生中华鲟提供了新的思路及方法。

此尾产后野生雌性中华鲟在进入驯养池初期,对潜水员的行为反应强烈,当潜水员靠近时,表现出强烈的受惊躲避行为,使潜水员无法靠近喂食,经过2个月的水下接触训练,产后野生雌性中华鲟才可以配合潜水员进行一些动作,为后期潜水员使用导管喂食打下了基础。水下接触训练成功将大大推动对野生中华鲟驯养的研究。另外,野生中华鲟对潜水员的受惊躲避行为是否与人工繁殖有关还需要进一步研究。

产后野生中华鲟至今对人工配合饲料没有任何摄食反应,虽然我们2005年驯养成功的野生中华鲟也不摄食人工合成饲料,但是,对于野生中华鲟究竟能不能摄食人工配合饲料的问题还需要进一步研究^[10,11]。

参 考 文 献

- [1] Billard R, Lecointre G. Biology and conservation of sturgeon and paddlefish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2001, 10(4): 355 ~ 392.

- [2] 四川省长江水产资源调查组. 长江鲟鱼类生物学及人工繁殖研究. 成都 :四川科学技术出版社 ,1988 :88.
- [3] 柯福恩. 论中华鲟的保护与开发. *淡水渔业* ,1999 ,**29** (9) :4 ~ 7.
- [4] 柯福恩 ,危起伟 ,罗俊德等. 论长江珍稀水生野生动物的保护与补救. 见 :李渤生 ,詹志勇主编. 绿满东亚 :第一届东亚地区国家公园与保护区会议暨 CNPPA/IUCN 第 41 届会议论文集. 北京 :中国环境科学出版社 ,1994 ,780 ~ 785.
- [5] 刘鉴毅 ,张晓雁 ,危起伟等. 野生中华鲟水族馆驯养观察. *动物学杂志* ,2006 **41** (3) :48 ~ 53.
- [6] 刘鉴毅 ,张晓雁 ,危起伟等. 中华鲟水族馆驯养研究. *淡水渔业* ,2006 **36** (5) :52 ~ 56.
- [7] Wei Q , Ke F , Zhang J , *et al.* Biology , fisheries , and conservation of sturgeons and paddlefish in China. *Environmental Biology of Fishes* ,1997 **48** (1 - 4) :241 ~ 255.
- [8] 陈凌云 ,章秋虎 ,项卫民等. 匙吻鲟孵化驯养与无公害网箱养殖新技术. *渔业致富指南* ,2005 (7) :33 ~ 34.
- [9] 张彤晴 ,葛家春. 小体鲟幼鱼水库坝下流水池塘驯养技术. *江苏农业科学* ,2002 (5) :59 ~ 61.
- [10] 罗晓松 ,曾令兵. 工厂化驯养鲟鱼病害防治技术. *科学养鱼* ,2000 (11) :32 ~ 33.
- [11] 颜远义. 中华鲟生物学特性及养殖方法. *水产科技* ,2003 (5) :14 ~ 16.