

野生中华鲟水族馆驯养观察

刘鉴毅^{①③} 张晓雁^② 危起伟^{①③④*} 张辉^④ 杨道明^②
朱永久^{①③} 陈细华^{①③} 杨德国^{①③}

(①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;
②北京海洋馆 北京 100081;③中国水产科学研究院淡水渔业研究中心 无锡 214081;
④华中农业大学水产学院 武汉 430070)

摘要:2005年4月3日~7月31日期间以捕捞于长江宜昌江段的野生中华鲟(*Acipenser sinensis*)为研究材料,对其在水族馆中的驯养方法进行了研究。结果表明,野生中华鲟摄食的饲料品种由1种逐渐增加至6种,日摄食量由120g逐渐增加至2000g并逐渐趋于稳定,说明水族馆驯养池的环境适合野生中华鲟的生存。

关键词:中华鲟;驯养;水族馆

中图分类号:Q958 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2006)03-48-06

Observation on Domestication of Wild Chinese Sturgeon in an Aquarium

LIU Jian-Yi^{①③} ZHANG Xiao-Yan^② WEI Qi-Wei^{①③④} ZHANG Hui^④
YANG Dao-Ming^② ZHU Yong-Jiu^{①③} CHEN Xi-Hua^{①③} YANG De-Guo^{①③}

(① Key Lab of Freshwater Fish Germplasm Resources and Biotechnology, Ministry of Agriculture;
Yangtze River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Jingzhou 434000;

② Beijing Aquarium, Beijing 100081;③ Freshwater Fisheries Research Center, Chinese Academy of Fisheries Science, Wuxi 214081;

④ Fishery College, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: A wild mature Chinese Sturgeon (*Acipenser sinensis*), caught from the Yichang section of Yangtze River was kept in an aquarium in Beijing in 2005. It was the first practice to domesticate Chinese Sturgeon in China. The food items taken by the Chinese Sturgeon was recorded from April 3 to July 31. The results showed that the mature Chinese Sturgeon could take food from the trainers' hands. The food items had been added to 6 kinds. The quantity of fish ate by the sturgeon a day was gradually increased from 120 g to 2 000 g, and became stable soon after. It indicated that the environment of aquarium was suitable to domesticate the wild Chinese Sturgeon.

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

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、水体污染等因素,其野生种群资源量不断下降,

基金项目 国家公益研究专项(No. 2004DIB3J099),国家基础性工作重点专项(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 刘鉴毅,男,副研究员,研究方向:主要从事淡水珍稀水生动物保护生态和繁殖生理研究;E-mail: liujy99@vip.163.com。

收稿日期:2005-10-13,修回日期:2006-03-14

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]。为了更好的保护中华鲟,需要开展一些移地保护研究。北京海洋馆具有先进的技术和饲养条件,在珍稀濒危水生动物的保护方面可进行一些有益的探索。将野生成熟中华鲟在水族馆中驯养成功,进而实现其性腺的再次成熟对于中华鲟的移地保护将是一个重大的突破。

根据野生中华鲟的生活习性,在产卵前会停止进食,在产卵后一般回到大海时才会进食^[4]。此次进行驯养的这尾野生中华鲟在人工环境下如何主动进食成为一项研究课题。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,但是中国尚未成功,仅有一些其他鲟鱼驯养研究的报道^{[5~7]*}。根据研究方案,本文对一尾野生雌性中华鲟在水族馆的驯养和摄食行为进行了观察记录。

1 材料与方法

1.1 试验鱼 进行驯养的野生中华鲟是中国水产科学院长江水产研究所于 2004 年 10 月 12 日在长江宜昌江段捕捞的亲本。经检查,该尾中华鲟为雌性,全长 320 cm,体重 222 kg,年龄估计为 20 龄。捕获后暂养于湖北省荆州市中华鲟增殖放流基地中华鲟亲鱼暂养池,没进行人工繁殖。暂养池为圆柱形,直径 12 m、高 2.5 m。对鲟鱼体表的损伤,涂抹云南白药和凡士林混合物加以治疗,对于内伤,则采用肌肉注射硫酸庆大霉素 2 ml 8 万单位 × 1 支、维生素 C 2 ml 0.5 g × 2 支、氯霉素 2 ml 0.25 g × 1 支、鱼蚌康复剂 2 ml 4 万单位 × 2 支、ATP 2 ml 20 mg × 3 支以及氨苄西林钠 2 ml 0.5 g × 1 支加以保护治疗。在暂养期间鲟鱼不摄食,因此不投喂任何饲料,只做一般行为观察。暂养池内保持微流水环境,暂养期间池内水体 pH 为 7.2,DO 6.5~9.3 mg/L,水温 8~21℃,每天排污一次,每周清洗一次,越冬期间水温过低时,抽取地下水升温,防止冻伤。在起运前 10 d

打一针保健针,前 2 d 再打一针。2005 年 4 月 2 日上午,在专用运输箱内采用麻醉剂进行轻度麻醉,并在其背部注射 PIT 标记:420B4F570F,后被吊起至特制的专用活鱼运输箱运往北京。4 月 3 日上午 11:45 时,在经历 23 h 共 1 400 km 的路程之后,该中华鲟安全抵达北京海洋馆。共同进京的还有另外 25 尾人工养殖的不同年份出生的子一代中华鲟,规格为:全长 100~200 cm,体重 8~100 kg,其中年龄最大者为 8 龄,并与野生中华鲟安放在同一驯养池内。

1.2 水族馆驯养池 由鲨鱼馆改建而成的鲟鱼馆具备良好的基础设施条件,具有目前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。驯养水池规格为 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),经过改造,将原先池内摆放不合理的岩石取出,按照中华鲟的生活习性将池底重新进行调整,并对水池采取清池消毒、清除杂藻、堵塞漏洞、池底铺设洁净的沙石等措施。由此营造了目前国内水族馆中最大的中华鲟驯养池。

1.3 水质监测方法 中华鲟对水质的要求比较高,例如,DO 要在 5 mg/L 以上,透明度在 30 cm 以上,最佳水温应保持在 21℃左右等^[9]。为了满足这一要求,必须每天对驯养池内的水质进行监测,以满足中华鲟的要求。pH 值和温度采用 HANNA 便携 pH 计(复合 pH 电极,带自动温度补偿 ATC,产自意大利)测量;溶氧量采用 HACH 溶氧仪(产自美国),渗透膜法测量;NH₃/NH₄⁺;NO₂⁻;NO₃⁻ 含量采用 HACH 分光光度计(试剂为 HACH 套装,产自美国)测量;细菌含量则采用 HACH 试剂,Millipore 膜过滤法测量。

1.4 饲料及处理方法 根据中华鲟的食性,准备了两大类饲料,天然饲料和人工配合饲料,种类多达 20 余种。这些饲料都经过严格地检查和消毒,以确保中华鲟的饮食安全。天然饲料

* 危起伟. 长江中华鲟繁殖行为生态学与资源评估. 武汉: 中国科学院水生生物研究所, 博士学位论文, 2003: 23~112.

要求新鲜,大小要求适口,为整鱼或经适当加工处理后的鱼块;人工配合饲料为直径 8 mm、圆柱状颗粒。日投饵两次,并记录每天的摄食量,新鲜鱼块或整鱼按摄食的实际量计算,人工配合饲料按每次摄食平均量乘以摄食次数计算。天然饲料来源为市售,并按饲料性质的不同主要采用两种处理方法(1)死饵(鲢鱼肉、鱿鱼、白斑虾、小河鱼等),先置于 -25°C 冷库中冷冻杀菌保存,用自来水解冻后加工,紫外线杀菌处理后使用(2)活饵(鲫鱼等),30‰人工海水杀菌 20 min 后检疫池中饲养 2~3 d,使用前再用 30‰人工海水杀菌 20 min,然后用清洁淡水洗净,紫外杀菌处理后投喂。

1.5 喂食方法 中华鲟进入鲟鱼池后次日开始喂食,喂食方法有 2 种:固定食场喂食人工颗粒饲料,水下喂食天然饲料。在池底中间位置建立食场,每天上午 9:00~10:00 时投喂人工配合饲料,下午 3:00~4:00 时由潜水员水下喂食天然饲料。人工颗粒饲料的投喂方式为:通过长 4 m,直径 2 英寸 PVC 管直接将饲料导入池底食场,这样可以最大限度上的保证投喂位置的固定,同时减少饲料在水中的飘浮时间,最大限度降低饲料污染水质的几率。天然饲料的投喂方式为:潜水员水下喂食。

1.6 行为观察方法 野生中华鲟进入驯养池后最初 72 h 连续观察其行为,包括:游动方向(顺时针或逆时针)、游动水层(底层、中层或表层)、游动速度 v (绕行 1 周的路程/时间)、呼吸频率 f (指鳃盖在 1 min 内张合次数,一张一合为 1 次记)、尾部摆动频率 n (1 min 内尾部左右来回摆动的次数)、游姿是否正常、吃食是否主动、有无应激反应(游速突然变化、皮肤肌肉紧张等)并进行记录,待其恢复正常后每 4 h 观察一次并进行记录。对其摄食前、摄食中和摄食后的行为进行重点观察和记录,并不定期测试其对潜水员和不同饲料的反应。

2 结果与分析

2.1 驯养期间水质变化 由于驯养池具有先进的生命支撑系统,从 4 月 11 日~7 月 31 日,

水温、DO、ORP、pH 均未出现较大程度的波动; $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ 含量一直为 0.01 mg/L,未出现任何波动; NO_2^- 含量也一直为 0.01 mg/L,中间出现 2 次轻微的波动,波动值分别为 0.04 和 0.5;大肠杆菌共测量 22 次,其中有 13 次测量结果为 0,但总细菌含量变化较大。具体情况见表 1 和图 1。

表 1 4 月 11 日~7 月 31 日水质监测结果

Table 1 Results of water quality monitored between Apr. 11 and Jul. 31

项目 Item	测量次数 Times of measuring	变化范围 Range	平均值 Average
水温($^{\circ}\text{C}$) Temperature of water	100	19.4~23.4	20.816
DO(mg/L)	104	7.6~9.5	9.000
氧化还原电位值 ORP	100	246~355	312.33
pH	103	7.86~8.8	8.084
Ca^{2+} (mg/L)	2	40~60	50
KH	2	8.5~9	8.75
$\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ (mg/L)	82	0.01~0.01	0.01
NO_2^- -N(mg/L)	82	0.01~0.5	0.016
NO_3^- -N(mg/L)	3	0.12~26.4	10.893
大肠杆菌 Coliform(个/100 ml)	22	0~570	68.318
总细菌 Bacilli(个/100 ml)	32	346~7 000	3 794.41

2.2 喂食过程 野生中华鲟对潜水员及饲料有一个逐渐适应的过程。4 月 4 日下午 3:30 时潜水员第一次喂食野生中华鲟一尾小鲫鱼,但不久后便吐出,约 1 h 后再喂,其口部蠕动,有鲫鱼鳞片溢出,未吐出鲫鱼,证实已经进食。进食后游动路线发生改变,由上层改为中、下层游动,并有觅食的表现,10 min 后又改为上层游动。4 月 5 日上午投喂人工配合饲料,野生中华鲟未摄食人工配合饲料,虽然 10 min 后在食场上方游动,但没有下潜摄食的迹象;下午 2:30 时喂食生鲜饲料,野生中华鲟对潜水员无受惊反应,但是改变游动路线,2:52 时开始进食第一条小鲫鱼,吃后绕展窗中央部分小范围游动,2:58 时进食第二条小鲫鱼,共 400 g。此后,随着时间的推移,野生中华鲟的摄食行为逐渐发生了变化,主要表现在以下几个方面:

(1) 摄食量逐渐增大,平均每 8 d 摄食的饲料质量随驯养时间变化的关系如图 2 所示。

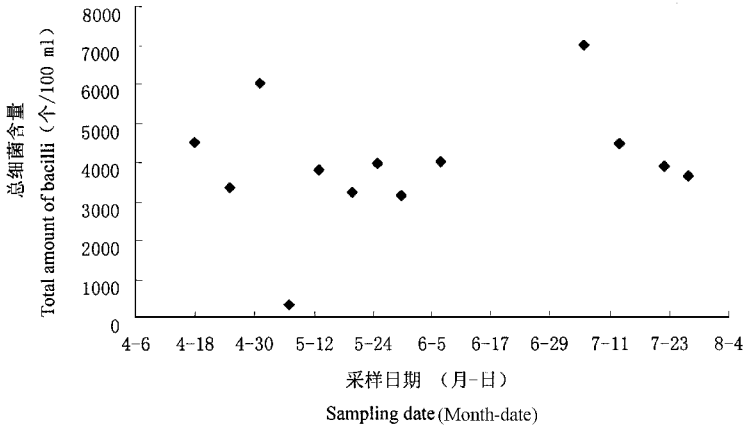


图 1 驯养池内总细菌含量随采样日期的变化

Fig.1 Change of total amount of bacilli with sampling date in the aquarium

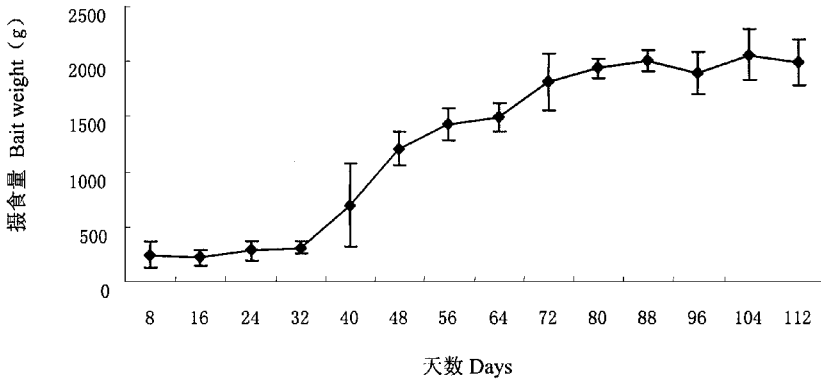


图 2 野生中华鲟平均每 8 d 摄食的饵料质量与驯养天数之间的关系

Fig.2 The relationship between bait amount taken each 8 days and domestication duration

表 2 野生中华鲟摄食的饲料品种的变化

Table 2 The relationship between bait items taken with the duration of domestication of Chinese Sturgeon and date

时间(月-日) (Month-date)	进入驯养池的天数 Days in the aquarium(d)	第一次摄食的饲料 Bait first eaten	已摄食的饲料品种 Prey species
4-4	2	鲫鱼 <i>Carassius auratus</i>	鲫鱼
4-26	24	鲢鱼肉 Muscle of Silver carp	鲫鱼、鲢鱼肉
6-22	81	南美白对虾肉 Muscle of <i>Penaeus vannamei</i>	鲫鱼、鲢鱼肉、南美白对虾肉
6-23	82	牙鲆 <i>Paralichthys olivaceus</i>	鲫鱼、鲢鱼肉、南美白对虾肉、牙鲆
7-11	100	小黄鱼 <i>Pseudosciaena ployactis</i>	鲫鱼、鲢鱼肉、南美白对虾肉、牙鲆、小黄鱼
7-21	110	大虾 <i>Cherax quadricarinatus</i>	鲫鱼、鲢鱼肉、南美白对虾肉、牙鲆、小黄鱼、大虾

(2) 摄食的饲料品种越来越多, 摄食的饲料品种随时间变化的关系如表 2 所示。

(3) 进食行为越来越主动, 从潜水员下水到

第一次开始摄食的时间间隔越来越短, 并能够主动接近潜水员, 后期还出现了投饵时间未到而吸食潜水员脚蹼或用头部撞人索食的现象。

每次喂食时摄食饲料的次数也越来越多,摄食一次即吃一次饲料,从最初每次喂食时摄食2次发展到后期每次摄食达10余次,并且每2次摄食时间间隔也越来越短,后期甚至出现了连续摄食的情况。

(4)摄食过程越来越呈现规律性,潜水员在水下喂食的整个过程中,进食过程一般分为2个时间段,2个时间段之间游离潜水员。每个时间段连续进食数次,每2次进食的时间间隔较短,并停留在潜水员附近。进食时间共为30 min左右,进食时吸食的力量非常大,游动有力,在摄食过程中喜欢贴沙层游动。

(5)对潜水员的适应性逐渐增强,最开始是躲避潜水员,后来逐渐允许潜水员接近,到后来主动接近潜水员,再到摄食过程中允许潜水员抚摩,再到能够在不摄食的时候配合潜水员做一些动作,野生中华鲟对潜水员越来越适应。

虽然在整个过程中,野生中华鲟摄食生鲜饲料的情况越来越好,但从驯养开始至今,野生中华鲟始终未能摄食人工配合饲料,最开始在投喂人工配合饲料时,虽然没有摄食,但还能靠近食场,并在食场上方游动,其行为发生了一定的变化,但到后期投喂人工配合饲料时,其基本上已没有任何反应,既不摄食,也不靠近。

2.3 行为观察 4月3日下午13:50时野生中华鲟进入驯养池,刚下水时表现出强烈的应激反应:快速向前冲游撞墙后立即下沉。3名潜水员入池进行助游过程中,鱼体不用力,各鳍几乎不动,全靠人力帮助游动。14:00时中华鲟停留在池底背光区(无沙层),但身体无倾斜。14:00~14:03时统计呼吸频率(f)分别为31、39、36、38次/min;后又在14:07和14:11时统计呼吸频率分别为36、36次/min;14:15时呼吸频率减慢为34次/min;14:21时呼吸频率又减慢为31次/min。在此过程中,潜水员靠近鱼体时,鱼体紧张,肌肉收缩。14:21时潜水员靠近鱼体时,鱼受惊开始游动,比较急速,并跃出水面一次,但遇到障碍物时可以避开,卡住时可以退出来。14:31时停止游动,并停留于池体沙层处,呼吸频率为37次/min。14:35时开始游

动,窜出水面一次,后游动状态稳定,游动缓慢,呼吸频率为30次/min,腮部张开程度较大。后又停留在池底不动,14:56时重新开始游动,状态正常。下午17:00时观察,中华鲟状态稳定,游动正常。夜晚观察时游动正常,在中上水层沿池壁进行游动,游动缓慢,无碰撞展窗及造景的现象。

此后,该中华鲟的行为逐渐恢复正常。开始10 d内一般在展窗右侧或左侧的中下层水域做小范围环行运动。4月14~15日,运动范围逐渐向中上水层转移,环行运动的范围也越来越大。但从4月16日开始,又喜在底层角落处做小范围环行运动,偶尔也会在中上层水域运动,没有什么规律。从5月20~7月19日,野生中华鲟一般在水体上层沿整个池壁逆时针游动,并且游速较快,无其他明显特征。

3 讨论

和野生中华鲟处于同一驯养池,人工养殖的、不同年份出生的子一代中华鲟,除了摄食人工配合饲料外,绝大多数已开口摄食生鲜饲料,说明人工养殖的中华鲟能较快的恢复摄食生鲜饲料的本能,而野生中华鲟不但至今未摄食过人工配合饲料,而且其对人工配合饲料的反应也越来越冷淡,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。

在整个驯养期间,野生中华鲟意外受伤的事件时有发生,虽然采取了包裹管道等一些措施,后期中华鲟受伤的事件确实也大有减少,但仍然不能完全杜绝,是否是因为造景设置不合理,还是养殖密度过大(偶尔会出现鱼体相互碰撞的现象)等问题,也需要进一步的实验和研究。

另外,在整个驯养过程中,野生中华鲟与子一代中华鲟一直处于同一驯养池中,野生中华鲟的行为是否受到子一代中华鲟的影响也是一个值得探讨的问题。

参 考 文 献

[1] Roland Billard, Guillaume Lecointre. Biology and conservation of

- sturgeon and paddlefish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2001, **10**(4): 355 ~ 392.
- [2] Qiwei Wei, Fu'en Ke, Jueming Zhang, *et al.* Biology, fisheries, and conservation of sturgeons and paddlefish in China. *Environmental Biology of Fishes*, 1997, **48**(1-4): 241 ~ 255.
- [3] 柯福恩. 论中华鲟的保护与开发. *淡水渔业*, 1999, **29**(9): 4 ~ 7.
- [4] 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.
- [5] 陈凌云, 章秋虎, 项卫民等. 匙吻鲟孵卵驯养与无公害网箱养殖新技术. *渔业致富指南*, 2005 (7): 33 ~ 34.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 颜远义. 中华鲟生物学特性及养殖方法. *水产科技*, 2003, (5): 14 ~ 16.
- [9] 刘勇. 中华鲟人工繁殖技术研究的现状和展望. *水利渔业*, 1988 (4): 20 ~ 25.