

## 综述

## 史氏鲟人工养殖研究现状与展望

Research status quo and prospect for artificial culture  
of Amur sturgeon *Acipenser schrenckii*

孙大江 曲秋芝 马国军 邱岭泉

(中国水产科学研究院黑龙江水产研究所, 哈尔滨 150070)

Sun Dajiang Qu Qiuzhi Ma Guojun Qiu Lingquan

(Heilongjiang River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fisheries Sciences, Harbin 150070)

关键词 史氏鲟, 生物学特性, 人工养殖, 人工繁殖, 苗种培育

Key words *Acipenser schrenckii*, biological characteristic, artificial culture, artificial propagation, seed culture

分布在中国的鲟鱼有8种, 长江水系和珠江水系的中华鲟(*Acipenser sinensis*)、长江水系的达氏鲟(*Acipenser dabryanus*)和白鲟(*Psephurus gladius*); 黑龙江水系有史氏鲟(*Acipenser schrenckii*)和达氏鳇(*Huso dauricus*); 新疆有3种: 西伯利亚鲟(*A. baeri*)、小体鲟(*A. ruthenus*)和裸腹鲟(*A. nudiiventris*)<sup>[2]</sup>。新疆的鲟鱼主要分布在与前苏联相通的支流中, 种群数量少, 形不成产量<sup>[7]</sup>。过去能够形成捕捞产量的主要是黑龙江和长江中的鲟鱼<sup>[7, 13]</sup>。我国将长江3种鲟鱼列为一级保护动物后<sup>[1]</sup>, 禁止对长江鲟鱼的捕捞活动。史氏鲟、达氏鳇是黑龙江的特产和重要的经济鱼类之一。由于鲟鱼子的国际市场价格不断上涨, 使得捕捞强度不断加大, 鲟鱼资源严重下降<sup>[6]</sup>。为保护和增殖这一珍贵物种, 我国建立了黑龙江鲟鱼增殖放流试验站, 每年通过人工繁殖, 向黑龙江放流鲟幼鱼。1994年~1995年, 黑龙江水产研究所成功地进行了“史氏鲟活体取卵手术技术研究”试验<sup>[9]</sup>, 同时开展了用配合饲料人工养殖史氏鲟的有关研究, 使之成为我国目前唯一能用配合饲料驯养的鲟鱼种类, 并开始了商品化养殖生产。

## 1 生物学特性

史氏鲟是大型淡水鱼类, 栖息在河道中, 营底层生活。产卵期为每年5~6月份, 水温17℃左右。雌性成熟年龄9~10年, 全长1 050 mm, 重6 kg; 雄性成熟年龄为7~8年, 全长1 030 mm, 重4 kg, 捕获的最大个体达102 kg<sup>[4]</sup>。鲟鱼为隔年产卵鱼类, 史氏鲟的繁殖间隔尚无定论。鲟鱼个体大、生长快, 耗氧率和窒息点<sup>[5]</sup>均高于传统的养殖家鱼(表1); 有关鲟鱼生长与水温关系的研究资料不多<sup>[17]</sup>, 有关研究显示, 水温20℃时, 0.5~0.6 g 鲟鱼苗的生长明显较15℃时快; 而20~25℃时生长没有差别<sup>[14]</sup>。本研究表明, 史氏鲟的生存温度为1~30℃, 生长适温21℃左右, 介于温水性鱼类和冷水性鱼类之间<sup>[18]</sup>。

史氏鲟为动物食性, 在自然界中以水生昆虫、底栖生物及小型鱼类为食。幼鱼的食物则以底栖生物及水生昆虫为主<sup>[3, 4]</sup>。鲟鱼的消化系统中, 既有硬骨鱼类的幽门盲囊, 又有软骨鱼类的瓣肠。二者机能相近, 都有增加吸收面积以提高吸收效率的作用<sup>[2]</sup>。

收稿日期: 1997-05-21

表 1 史氏鲟幼鱼耗氧速率与窒息点

Table 1 Oxygen consumption rate (OCR) and asphyxiation point (AP) of larval Amur sturgeon

| 水温/℃<br>temperature                        | 14                        |                                            |                           |                                            | 25                        |                                            |                           |                                            |
|--------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------|
| 平均体重/g<br>average body weight              | 7.8                       |                                            | 26.9                      |                                            | 8.0                       |                                            | 17.2                      |                                            |
| 经历时间/min<br>duration                       | 溶氧<br>/mg·L <sup>-1</sup> | 耗氧率<br>mg·g <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> | 溶氧<br>/mg·L <sup>-1</sup> | 耗氧率<br>mg·g <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> | 溶氧<br>/mg·L <sup>-1</sup> | 耗氧率<br>mg·g <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> | 溶氧<br>/mg·L <sup>-1</sup> | 耗氧率<br>mg·g <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> |
| 0~20                                       | 9.25~7.32                 | 0.31                                       | 9.35~6.00                 | 0.24                                       | 8.8~5.30                  | 0.61                                       | 8.64~5.37                 | 0.53                                       |
| 20~40                                      | 7.32~5.60                 | 0.26                                       | 6.00~4.04                 | 0.21                                       | 5.30~3.50                 | 0.31                                       | 5.37~3.54                 | 0.27                                       |
| 40~60                                      | 5.60~3.90                 | 0.25                                       | 4.04~2.49                 | 0.12                                       | 3.50~2.40                 | 0.17                                       | 3.54~2.31                 | 0.17                                       |
| 60~80                                      | 3.90~2.41                 | 0.21                                       | 2.49~1.72                 | 0.08                                       | 2.40~2.20                 | 0.05                                       | 2.31~2.25                 | 0.08                                       |
| 80~100                                     | 2.41~1.82                 | 0.08                                       |                           |                                            |                           |                                            |                           |                                            |
| 窒息点/mg·L <sup>-1</sup> AP(O <sub>2</sub> ) | 1.35                      |                                            | 1.32                      |                                            | 2.18                      |                                            | 2.10                      |                                            |

## 2 人工繁殖和仔稚鱼培育

### 2.1 人工繁殖

1957年,黑龙江水产研究所在黑龙江萝北江段捕成熟亲鱼,注射鲟鳇鱼的脑垂体,其中雌鱼注射4个垂体(达氏鲟垂体1个,史氏鲟垂体3个,共70~80 mg),雄鱼注射2个垂体,首次获得成熟的史氏鲟鱼卵,并孵化出2万尾鱼苗<sup>[6]</sup>。1988年,在勤得利建立了我国第1个史氏鲟放流增殖试验站,开始人工繁殖和放流工作,用LRH-A作为催情药物,注射剂量40~100 μg/kg,效果很好<sup>[11]</sup>。1994年以前,史氏鲟的人工繁殖采用杀鱼取卵的方法,对于长寿、一生多次产卵的鲟鱼来说,极不合理和不科学<sup>[9]</sup>。1994年,史氏鲟活体取卵手术试验在该所获得成功。手术采用“无麻局部供水”法,在成熟亲鱼腹部切开一个7.5 cm小口,将大部分成熟鱼卵取出后,缝合切口。整个手术用时30~50 min。术后亲鱼放入池塘,20~30 d后,伤口完全愈合,亲鱼存活下来<sup>[9]</sup>,但手术操作较麻烦,在采捕野生亲鱼进行人工繁殖中,目前仅部分地使用此技术。而这项技术在今后人工培育的亲鱼产卵中仍不可少。成熟的精卵以1:100的比例,采用半干法受精5 min。受精卵在20%~25%滑石粉悬浊液中搅拌20~30 min脱粘后,放入筛网式孵化器中孵化。每台孵化器可放卵20万~30万粒(10~15粒/cm<sup>2</sup>)。当水温18~22.5℃时,经70~98 h开始出膜,孵化率一般为55%~85%<sup>[11]</sup>。

### 2.2 仔稚鱼培育

表 2 勤得利育苗池的放养密度和活饵投喂量

Table 2 Feeding quantity with live tubificid worms and density of fry in Qin Deli tanks

| 日龄/d<br>days | 放养密度/m <sup>-2</sup><br>density | 日投喂量/g·10 <sup>-3</sup> ·d <sup>-1</sup><br>tubificid worms |
|--------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1~7          | 2 000~3 000                     | 0                                                           |
| 8~15         | 800~1 000                       | 30~50                                                       |
| 16~30        | 300~500                         | 50~160                                                      |

出膜后的仔鱼饲养在直径2.2 m的园形玻璃钢水池内,由喷头连续供水,中央排水。池中保持较高的溶氧水平,通常不低于6 mg/L。仔鱼出膜后6~7 d开始摄食,此时用鲜活的水蚤或切碎的水蚯蚓投喂,投喂量和放养密度随鱼苗的生长不断调整(表2)。经30 d左右,鱼苗可长至3.8~9.4 cm、0.5~3.9 g,平均重1.5 g,成活率在60%以上。用室外土池培育也可以,但成活率比较低,约30%。

1988年以来,培育的鱼苗大部分放入黑龙江,每年约30万尾。但由于界江渔业秩序不好,放流的鱼苗规格小,数量不足,近10年中,黑龙江鲟鱼资源并没有恢复,因此,人工养殖变得越来越重要。养殖试验结

果表明,在传统的家鱼养殖池中混养史氏鲟效果较差,因其不耐低氧,很难渡过池中夏季高温低氧期和越冬池内的低温低氧期。另外,鲟鱼动作迟缓,营底栖生活,在与家鱼混养中,是食物竞争的弱者,即使水质条件好,成活率也不会高,且生长缓慢。利用虹鳟鱼池或热电厂流水池养鲟是可行的<sup>[5,8]</sup>,但在集约化幼鱼或商品鱼养殖过程中,很难获得大量活饵。且长期用水蚯蚓喂养鲟鱼会导致肝脂肪变性<sup>[18]</sup>。因此,集约化养殖鲟鱼的先决条件是其能否接受配合饲料。史氏鲟和大多数鲟鱼一样,喜食活饵,且摄食习惯较顽固,拒食不熟悉的饲料,驯化饲养不得当,可导致大多数幼鱼饿死,没有合适的配合饲料是限制我国鲟鱼人工养殖发展的主要原因。1992年,陈声栋等<sup>[12]</sup>在室内用配合饲料驯养史氏鲟幼鱼获得成功。尽管成活率只有40%左右,但已证明史氏鲟能够接受配合饲料和集约方式的养殖。世界各地养殖虹鳟转食期的成活率亦因养殖水平的高低而异<sup>[18]</sup>。因此,驯化技术成为配合饲料养鲟的关键。根据近几年驯养试验,可总结以下经验。

(1) 严格掌握驯化时机。尽管鱼苗开食后即可用配合饲料,但投喂量大,进行较大规模生产时,水质比较难控制,成活率不稳定。驯养实践证明,用活饵养至1g左右时,再开始用配合饲料驯化,效果比较好,此时的鱼苗食欲旺盛,对水环境的变化有一定抗御能力,驯化后规格整齐,成活率稳定。

(2) 鱼池水环境。为保证鱼苗尽可能多的接触饲料,放养密度要高一些(400~500/m<sup>2</sup>),因此要求水交换要好,保持较高的溶氧水平(6 mg/L以上)。以选用直径1.5~2 m的中央排水鱼池较好。

(3) 驯化饲料的加工和投喂方法。目前生产和实验中采用较多的主要有以下几种,直接用颗粒饲料投喂,此法驯化时间短,1~2周,成活率35%~40%;活饵和颗粒饲料交替投喂,此法驯化成活率可达到40%~50%,但所需的时间太长,要8周以上;饲料中加入一定比例的活饵制成软颗粒投喂,3周可完成驯化,成活率在50%以上;用活饵研浆浸泡干颗粒饲料,晾干至半干后投喂,时间约需2周,成活率可超过75%。显然,后2种方法效果较好,驯化时间短,成活率较高。史氏鲟幼鱼经驯化完全接受配合饲料后,继续饲养的成活率很高,很少患病死亡,在养殖水温 and 饲料条件适宜的情况下,生长速度很快。

适合养殖虹鳟的水质都可用于养殖史氏鲟。但因各地水温条件差异较大,饲养效果也有差异。史氏鲟的生长适温约21℃,低于13℃,生长缓慢甚至停滞。东北地区的虹鳟鱼场大多周年水温偏低,每年有8~9个月低于13℃,有的鱼场最高只有13℃,如黑龙江的渤海冷水鱼试验站和本溪虹鳟鱼场,史氏鲟饲养4周年,最大个体只有2 000 g左右,显然不能适应较大规模的生产。养殖条件和效果都好的是山东济南的虹鳟鱼场和黑龙江省勤得利室内鲟鱼养殖池。前者的水源为自流井水,周年水温18℃,虽达不到最适生长温度,但鱼可全年正常生长,养殖效果较理想。用配合饲料饲养平均9.4 g的幼鱼,1周年平均达到615 g,最大个体1 040 g;2周年长至均重2 500 g,最大个体4 000 g;3周年最大个体达到5 900 g。勤得利鲟鱼试验站是史氏鲟人工繁殖放流单位,也是目前我国唯一用室内水池养史氏鲟的单位。其鱼池夏季用黑龙江水,冬季利用电厂余热,水温保持在13℃以上,1995年开始用配合饲料进行生产性养殖,1周年平均体重达280 g,最大个体730 g。到目前为止,上述2场共有1龄鱼7 139 g,2龄鱼1 281 g和部分3龄鱼在继续饲养。

### 3 饲料和营养

前苏联、德国和美国等国的鲟鱼养殖开展较早,鲟鱼饲料生产已趋系列化和商品化。俄罗斯饲养俄国鲟、小体鲟、西伯利亚鲟及杂交鲟等幼鱼,最普及的饲料是PTM-5B、PTM-8B和2-73,其粗蛋白含量分别为40%~41%,38%~39%和44.7%;粗脂肪分别为7%~8%,7%~8%和10.6%。Moore B J等<sup>[16]</sup>的研究表明,白鲟幼鱼饲料最适蛋白量为36.5%~40.5%。我们认为史氏鲟幼鱼饲料蛋白量应在40%左右,粗脂肪8%~10%。有关史氏鲟用饲料中其它营养成分及不同发育阶段的饲料配比等正在研究中。

### 4 养殖前景展望

鲟鱼仅在不久前才成为集约化养殖的对象,尽管还有许多问题有待研究,如不同发育阶段的营养需求、驯化效率的提高以及疾病防治等,但其发展已成必然,速度亦很快。从鲟鱼物种保护和经济价值考虑,

许多国家都在积极开展人工养殖方面的研究。有的已开始商业化生产。我国在 1990 年前后开展这方面工作,湖北、大连和北京等一些单位先后从国外引进了几个适合养殖的品种,其中有的已形成了养殖群体,在向规模生产发展。近年的人工养殖研究基本解决了史氏鲟人工养殖中的生物学技术问题,使史氏鲟与其它鲟鱼种类一样,可通过驯化接受配合饲料进行集约化养殖生产,生长速度较快,在水温 18℃ 条件下 2~3 周年的生长相当于自然水体中 5~6 年的鱼,在我国具有较好的资源条件,是一个值得推广养殖的名、优品种。目前人工养殖所用苗种还是靠捕捞野生亲鱼获得,供应受自然条件影响而不稳定。至 1997 年 8 月,我们已有 1~4 龄养殖的史氏鲟幼鱼近万尾。根据德国利用电厂余热养鲟经验,人工养殖条件下,杂交鲟的性成熟可提早 3~5 年。另外,人工培育的大规格鲟鱼苗种还可移至国内渔业秩序较好的大型水体如湖泊、水库或网箱中养殖。

### 参 考 文 献

- 1 马建章.自然保护区学.辽宁:东北林业大学出版社,1992. 315~316
- 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.四川:四川科学技术出版社,1988. 2~42
- 3 任慕莲.黑龙江鱼类.黑龙江:黑龙江人民出版社,1981. 5~10
- 4 张觉民,等.黑龙江省鱼类志.黑龙江:黑龙江科学技术出版社,1995. 24~36
- 5 孙大江,等.史氏鲟幼鱼的耗氧速率及窒息点.水产学杂志,1994,7(1):68~71
- 6 曲秋芝,等.史氏鲟、达氏鲟的资源现状及研究进展.水产学杂志,1994,7(2):62~67
- 7 曲秋芝,等.鲟鱼类及我国对鲟鱼类研究的发展概况.水产学杂志,1996,9(2):78~84
- 8 曲秋芝,等.流水池塘饲养史氏鲟初报.水产学杂志,1996,9(2):27~30
- 9 曲秋芝,等.史氏鲟剖腹取卵手术技术的研究.中国水产科学,1996,2(4):94~96
- 10 陈曾龙.俄罗斯鲟渔业资源现状.淡水渔业,1994,24(5):40~44
- 11 陈声栋.施氏鲟人工繁育技术的研究.黑龙江水产,1992,49(4):8~12
- 12 陈声栋.史氏鲟人工配合饲料室内试验报告.黑龙江水产,1993,53(3):14~17
- 13 谢玉浩.鲟形目鱼类和渔业.鲑鳟渔业,1991(5):1~7
- 14 Cech et al. Comparative growth of juvenile white sturgeon and striped bass: effects of temperature and hypoxia. Estuaries, 1984, 7: 12~18
- 15 Dabrowski K, Kaushi K S J, Fauconneau B. Rearing of sturgeon (*A. baeri* Brandt) Larvae. I. Feeding trial. Aquaculture, 1995, 47: 185~192
- 16 Moore B J, et al. Protein requirement of hatchery produced juvenile white sturgeon (*A. transmontanus*). Aquaculture, 1988, 71: 235~245
- 17 Silas S O Hung, et al. Effect of feeding rate and water temperature on growth of juvenile white sturgeon (*A. transmontanus*). Aquaculture, 1993, 115: 297~303
- 18 Werner Steffens, et al. Possibilities of sturgeon culture in central Europe. Aquaculture, 1990, 89: 101~122