

# 世界鲟鳇鱼类养殖进展

杜佳垠

(大连水产学院)

## 摘要

本文依据国外文献简明综述各国鲟鳇鱼类养殖现状,并扼要介绍重要养殖种类的主要生态特点和池塘、网箱、水槽、湖泊、水库养殖成果。

## 前言

鲟鳇鱼类现存1目2科6属27种。过去,作为渔业对象,主要种类为分布于俄罗斯(旧苏联)境内的俄罗斯鲟(俄国鲟) *Acipenser guldenstadti*,闪光鲟 *A. stellatus*,裸腹鲟 *A. nudiventralis*,西伯利亚鲟 *A. baeri*,小鲟(小体鲟·小种鲟) *A. ruthenus*,黑龙江鲟(史氏鲟·施氏鲟) *A. schrencki*,欧洲鲟 *Huso huso*,黑龙江鳇(达氏鳇) *H. dauricus* 和分布于北美的美洲匙吻鲟(匙吻鲟) *Polyodon spachula*,湖鲟(黄鲟) *A. fulvescens*,北美大西洋鲟 *A. oxyrinchus*,美洲白鲟(美洲鲟·高首鲟) *A. transmontanus*,短吻鲟 *A. brevirostrum*,铲鼻鲟(铲鲟) *Scaphirhynchus platyrhynchus*。目前,作为增殖对象,主要种类为小鲟(欧洲鲟与小鲟的杂交种),勒拿河西伯利亚鲟、美洲白鲟、美洲匙吻鲟、俄罗斯鲟、闪光鲟、欧洲鲟、小鲟、伊朗鲟 *A. persicus* 等。

鲟鳇鱼类是大型经济鱼类。历史上,北美太平洋沿岸产美洲白鲟一些巨型个体体长达20英尺左右,体重可达1吨上下(Phillips et al., 1982),欧洲里海流域产欧洲鲟一些巨型个体体长达5-6米,体重超过1吨

(Казанцев, 1984)。1924年扑自伏尔加河口口的1尾欧洲鲟雌鱼重1,228公斤,怀卵246公斤;1975年扑自伏尔加河三角洲的1尾欧洲鲟雌鱼重745公斤,怀卵148公斤(Казанцев, 1984)。

鲟鳇鱼类是名贵经济鱼类。鲟鳇鱼类鱼肉是名贵食品,鲟鳇鱼类鱼卵是鱼肝酱主要原料,而鱼肝酱是世界最名贵的美味佳肴之一(Phillips et al., 1982)。在欧洲和中国,鲟鳇鱼类自古为人珍爱,古时列为皇室贡品(吉田桂一, 1995)。即使在美洲,很早以来,鲟鳇鱼类也以其鱼卵和鱼肉名贵受人珍重(Chapman et al., 1996; Phillips et al., 1982)。在日本,虽说鲟鳇鱼类鱼肉并非家喻户晓,但是,近年,日本每年进口60吨左右鲟鳇鱼类鱼肝酱(表1)。近年,伊朗每年出口金额高达3,600万美元以上的冷冻鲟鳇鱼类鱼肉和鱼肝酱(Fish farming international, 1997)。

表1 日本进口鲟鳇鱼类鱼肝酱数量(吨)

| 年国 |       | 1992 | 1993 | 1994 |
|----|-------|------|------|------|
| 合  | 计     | 58   | 61   | 50   |
| 其  | 中 俄罗斯 | 35   | 42   | 22   |
|    | 中 国   | 12   | 13   | 25   |
| 中  | 其 他   | 5    | 3    | 7    |

(日本贸易统计, 贸易数据网, 1995)

作为世界三大珍稀之一的鲟鳇鱼类鱼籽(桂一, 1995)。

酱国际需求强劲(吉田桂一, 1995; Logan et al., 1995)。1994 年, 日本进口鲟鳇鱼类鱼籽酱价格高达 12,000~52,000 日元/公斤。在日本, 在岩手县, 俄罗斯鲟鱼籽酱 30 克装罐头售价高达 3,000 日元(吉田桂一, 1995)。鲟鳇鱼类鱼籽酱价格取决于鱼种, 以卵径和卵色为转移。就卵色而言, 欧洲鲟, 黑色; 湖鲟, 黑色; 美洲白鲟, 褐色; 北美大西洋鲟, 淡褐色或暗褐色; 短吻鲟, 暗褐色; 俄罗斯鲟, 黄色; 闪光鲟, 红色(Scott et al., 1973; 吉田桂一, 1995)。各种鲟鳇鱼类卵径则如图 1 所示(Rochard et al., 1991, 引自吉田桂一, 1995)。

| 区<br>分 | 色 种                                 |        | 卵 径 |   |   |   |   |
|--------|-------------------------------------|--------|-----|---|---|---|---|
|        | 学 名                                 | 中文名    | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 天<br>然 | <i>A. taimenensis</i>               | 西伯利亚鲟  |     |   |   |   |   |
|        | <i>A. oxyrinchus</i>                | 北美大西洋鲟 |     |   | - |   |   |
|        | <i>A. fulvescens</i>                | 黑 鲟    |     |   | - |   |   |
|        | <i>A. brevirostrum</i>              | 短吻鲟    |     |   |   |   |   |
|        | <i>A. baeri</i>                     | 西伯利亚鲟  |     | - |   |   |   |
|        | <i>A. gaidenoides</i>               | 俄罗斯鲟   |     |   | - |   |   |
|        | <i>A. amurharabisi</i>              | 黑龙江鲟   |     |   |   |   |   |
|        | <i>A. ruthenus</i>                  | 小 鲟    |     | - |   |   |   |
|        | <i>A. stellatus</i>                 | 闪光鲟    |     |   | - |   |   |
|        | <i>A. nizin</i>                     | 北美大西洋鲟 |     |   | - |   |   |
| 养<br>殖 | <i>Huso huso</i>                    | 欧洲鲟    |     |   |   | - |   |
|        | <i>Huso dauricus</i>                | 俄罗斯白鲟  |     |   |   | - |   |
|        | <i>A. schrenkii</i>                 | 黑龙江鲟   |     |   | - |   |   |
|        | <i>A. amurharabisi</i>              | 黑龙江鲟   |     |   |   | - |   |
|        | <i>A. ruthenus</i>                  | 小 鲟    |     |   |   |   | - |
| 野<br>生 | <i>B. ferox</i> & <i>A. rhombus</i> | 小 鲟 鳇  |     |   | - |   |   |
|        | <i>A. transmontanus</i>             | 蒙古白鲟   |     |   |   | - |   |
|        | <i>A. baeri</i>                     | 西伯利亚鲟  |     |   |   |   | - |
| 野<br>生 | <i>A. ruthenus</i>                  | 小 鲟    |     |   |   |   | - |

图 1 鲟鳇鱼类主要鱼种卵径(毫米)

(Rochard et al., 1991, 引自吉田桂一, 1995)

然而, 近 100 年来, 捕捞增强和工业影响导致鲟鳇鱼类资源几乎世界性衰退(Гершанович и др., 1987)。鲟鳇渔业态势十分险恶(Logan et al., 1995)。

### 世界鲟鳇鱼类资源和产量变化

依据联合国粮农组织统计, 世界鲟鳇鱼类渔获量如图 2 所示。由图 2 看出, 近 30 年, 渔获量逐年减少, 1993 年, 约为 1.4 万吨(吉田

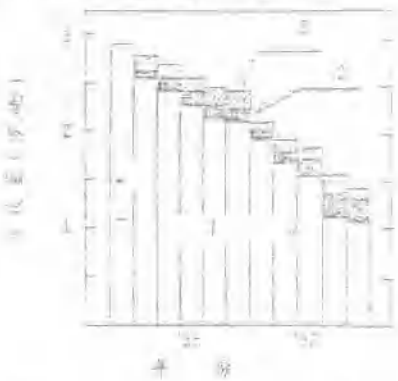


图 2 世界鲟鳇鱼类渔获量

(联合国粮农组织, 引自吉田桂一, 1995)

1 同苏联地区; 2 伊朗; 3 其它国家; \* 西伯利亚

近年鲟鳇鱼类产量下降主要归因于在鲟鳇鱼类资源占世界总量 90% 以上的里海流域, 受旧苏联解体影响, 密渔酷扑导致产量下降(丸山为藏, 1997)。

在里海流域, 水电站的修建, 工业的全面发展、人类对生态系的干预、水库网的形成、工业和生活一去不复返的用水都已对里海鲟鳇鱼类增殖造成严重危害(Холоревская и др., 1989), 而近年政局影响, 更使里海鲟鳇渔业雪上加霜(Logan et al., 1995)。在里海沿岸, 虽说在伊朗侧, 鲟鳇鱼类产量多年来变化不大(1982 年, 1,450 吨; 1988 年, 1,851 吨; 1991 年, 2,280 吨; 1993 年, 1,710 吨(Fish farming international, 1997)), 但是, 在作为主要生产国的俄罗斯侧, 鲟鳇鱼类产量由过去的 8 万吨跌落到近年的 5,000 吨左右(吉田桂一, 1995), 其实, 里海鲟鳇鱼类资源变化由来已久, 虽说 80 年代初里海鲟鳇鱼类成鱼和幼鱼总生物量估计 90 万吨左右(Козацев, 1985), 但是, 正如俄罗斯学者近年发表文献所反映的, 里海鲟鳇鱼类补充越来越依赖于人工繁殖苗种放流。对闪光鲟经过捕捞利用的 1951~1970 年出生的 20 个世代数量研究表明, 在伏尔加河, 在闪光鲟产卵群体中, 自然繁殖个体世代平均数量从 1951~1955 年世代的 41.76 万尾逐年下降到 1966~1970 年世代的 29.84

万尾,而1966~1970年世代人工繁殖个体平均数量提高到13.21万尾,占产卵群体总数量(43.05万尾)的30%(Довгопол и др., 1993)。

在北美,在近100年内,鲟鲤鱼类数量也同样因生境破坏和过度捕捞不断下降(DiLauro et al., 1994)。

湖鲟从哈得孙河向南远远分布到路易斯安那州。在伊利湖,上世纪末渔业开发初期,湖鲟渔获量超过500万磅(Scott et al., 1973)。在明尼苏达州,过去,湖鲟常见于各流域大河和大湖,然而,今天,在整个明尼苏达州都很少见。湖鲟资源枯竭归因于污染与捕捞开发(Phillips et al., 1982)。位于美国明尼苏达州和加拿大安大略省交界的伍兹湖一度作为世界最大鲟鲤鱼类产地而出名,直至上世纪末,该湖还生息有在全球各湖恐怕是最大的湖鲟种群,然而,在1893年至1900年7年中,渔获量减少9成,到1957年,该湖渔获量只有1893年最大渔获量的0.005%(Scott et al., 1973)。在北美,湖鲟鱼卵价格通常高于其它鲟鲤鱼类,然而渔业利用毁掉名贵湖鲟鱼肉和鱼籽酱来源,直至今日,伍兹湖湖鲟渔业依然未见复兴(Phillips et al., 1982)。

在上世纪末本世纪初,仅在佛罗里达州西部,墨西哥湾北美大西洋鲟(*A. oxyrinchus desotoi*)年产量就达160吨左右,尔后,该鱼渔业从1917年前平均9~27吨产量一直衰落到70年代基本无产量可言(Parauka et al., 1991)。墨西哥湾北美大西洋鲟40年内差不多从其历史分布区逐渐消失,只有在佛罗里达州苏旺尼河还有1个为数2,000~5,000尾的主要种群(Murawski et al., 1997; Parauka et al., 1991)。虽然短吻鲟一度曾为渔业捕捞对象,但是,目前,在美国也已列为濒危种类(Colling et al., 1994)。长鼻鲟是密苏里河和密西西比河最常见的鲟鲤鱼类;然而,与本世纪初相比,今天,远不那么常见(Phillips et al., 1982)。在密苏里河和密西西比河流域,

许多美洲匙吻鲟种群因自本世纪初过度捕捞而崩溃后一直未见恢复。河流筑坝所引起的繁殖生境变化和软骨硬鳞鱼类所固有的性成熟慢特性对其恢复颇为不利(Kroll et al., 1994)。

捕捞对鲟鲤鱼类资源的严重破坏固然与鲟鲤鱼类性成熟晚,间隔多年产卵的独特繁殖生态特点有关。在北美,在加拿大,在魁北克省北部,湖鲟雌鱼和雄鱼分别于20~23龄(全长90~100厘米,体重9.5~19.8磅)和18~20龄(全长85~95厘米,体重8.6~11.4磅)达性成熟(Magnin, 1966, 引自 Scott et al., 1973)。在加拿大,湖鲟雌鱼和雄鱼分别隔4~6年和2~3年繁殖1次(Scott et al., 1973)。

筑坝对鲟鲤鱼类资源的严重影响固然与大部分鲟鲤鱼类作为洄游性鱼类溯河产卵有关。在俄罗斯,闪光鲟、俄罗斯鲟、欧洲鲟均为典型洄游性鱼类。在里海,欧洲鲟利用该流域几条最大的河流,即伏尔加河、乌拉尔河、库拉河、捷列克河、苏拉克河、谢菲德鲁德河繁殖;欧洲鲟全年产卵洄游,并且,产卵洄游旺季为春秋两季(Распопов, 1981, 引自 Ходоревская и др., 1989)。在北美,北美大西洋鲟和美洲白鲟均为典型洄游性鱼类,美洲白鲟于早春进入各大河流(Scott et al., 1973)。

近20余年,世界鲟鲤渔业主要依赖于里海流域的俄罗斯鲟和闪光鲟,1977和1989年,俄罗斯鲟渔获量分别为13,710和9,000吨,闪光鲟渔获量分别为13,350和5,600吨(Власенко, 1991)。在北美,湖鲟依然有些产量,在圣劳伦斯河,1986~1989年,年渔获量为125~170吨(Nile et al., 1997)。

## 世界鲟鲤鱼类增殖基本状况

鲟鲤鱼类资源下降引起各生产国普遍关注。

## 世界各国鲟鳇鱼类养殖发展概况

世界 27 种鲟鳇鱼类大多处境险恶,有些现已濒危。面对这一态势,鲟鳇鱼类养殖似乎成为鱼种繁育日益重要的来源(Jones, 1997)。

### 美国

美国栖息有 2 科 3 属 8 种鲟鳇鱼类,包括具有极大经济价值的美洲匙吻鲟、美洲白鲟、湖鲟、北美大西洋鲟等。

美国现已确立数种鲟鳇鱼类繁殖与饲养实用技术(Doroshov, 1985; Conte et al., 1988; Williot, 1990, 引自 Bardi et al., 1998)。

在美国,美洲白鲟养殖技术开发最为成功,美洲白鲟现已用于商业养殖(Conte et al., 1988, 引自 Bardi et al., 1998; Logan et al., 1995)。美国美洲白鲟养殖研究开始于 1979 年,由天然亲鱼采卵授精繁育的首批稚鱼孵化于 1980 年。尔后,很快就有数家商业养殖场开始美洲白鲟生产(Logan et al., 1995)。目前,人工仔鱼饲料已成功地为仔鱼开食起用于美洲白鲟商业养殖(Kroll et al., 1994)。

在美国,美洲匙吻鲟作为切实可行的养殖对象早已引起关注(Burke et al., 1986)。美国一些州立育苗场自 60 年代就开始繁殖美洲匙吻鲟,并用池塘培育美洲匙吻鲟鱼苗(Purbeck, 1963; Graham et al., 1986, 引自 Kroll et al., 1994)。有些私营育苗场以商品鱼养殖为目的繁育美洲匙吻鲟(Semmens et al., 1986, 引自 Brown et al., 1995)。美洲匙吻鲟鱼种在施肥池塘中依赖天然饵料培育到 5~6 月龄达放养规格(全长 25~35 厘米),然而,由于浮游动物数量变化不定,池塘培育成活率不易把握,并且,通常不高(Graham et al., 1986; Michaelitz et al., 1982, 引自 Kroll et al., 1994)。近 10 年来,美洲匙吻人工饲料开发初见成效,仔鱼饲料适口性和质量均有改善,这

在美国,目前,许多联邦育苗场和州育苗场均以资源恢复和增殖为目的繁育美洲匙吻鲟(Semmens et al., 1986, 引自 Brown et al., 1995),而通过利用天然亲鱼恢复北美大西洋鲟 2 个亚种,即北美大西洋鲟 *A. oxyrinchus oxyrinchus* 和墨西哥湾北美大西洋鲟资源工作已沿东部海岸和墨西哥湾海岸展开(DiLaura et al., 1984)。另外,近年,短吻鲟也已列为资源增殖研究对象(Collins et al., 1994)。

在伊朗,近年,在里海,鲟鳇鱼类稚鱼放流量从 1989 年的 314.9 万尾逐年提高到 1995 年的 912.5 万尾,主要放流对象是伊朗鲟、闪光鲟、欧洲鲟和俄罗斯鲟(Fish farming international, 1990)。

在旧苏联,早在 80 年代初期,鲟鳇鱼类育苗场即达 23 处,欧洲鲟、闪光鲟、俄罗斯鲟、悍腹鲟稚鱼年放流量达 1.1 亿尾以上(Рыбоводство и рыболовство, 1984)。到 1990 年,仅里海流域,鲟鳇鱼类养殖场就达 13 处,这些养鱼场每年放流 9,000 万尾欧洲鲟、俄罗斯鲟、闪光鲟稚鱼(Власенко, 1990)。伏尔加河流域各鲟鳇鱼类养殖场工作效益评估表明,到回补年龄,每百万尾放流欧洲鲟、俄罗斯鲟、闪光鲟平均分别可能提供 1,300、4,700、1,100 吨产量(Власенко, 1990)。然而,虽说人工放流规模大幅度提高,却依然弥补不了自然繁殖损失,依据推算,里海鲟鳇鱼类人工繁殖稚鱼年总放流量必须提高到 1.5 亿尾(Власенко, 1991),闪光鲟人工繁殖稚鱼年放流量应该不低于 700~1,300 万尾(Довгополь и др., 1993),欧洲鲟人工繁殖稚鱼年放流量必须达到 2,200 万尾(Холмоверская и др., 1989)。

不过,正如渔获量所反映的,欧美各国在资源增殖方面所作努力依然未能从根本上扭转鲟鳇鱼类资源下降态势。

包括最上品鱼种生产种在内的世界鲟鳇鱼类的生存和今后商业利用形势严峻(Logan et al., 1995)。

些饲料都可以用于美洲匙吻鲟精养(Kroll et al., 1994)。

在美国,最难饲养的鲟鲤鱼类算是湖鲟和北美大西洋鲟(Czeskleba et al., 1985; Smith et al., 1984, 引自 Bardi et al., 1998)。虽然这些鲟鲤鱼类也从仔鱼一直养到数龄稚鱼,但是,基本靠投喂活饵养殖。不过,最近研究表明,在开食投喂活饵约 35 天后,喂人工饲料,可以成功饲养北美大西洋鲟和墨西哥湾北美大西洋鲟(Mahler et al., 1996; Bardi et al., 1998)。

## 日 本

日本近海栖息有 2 属 7~8 种鲟鲤鱼类。

北海道和东北地方过去扑到为数不少的鲟鲤鱼类,据说现在也有鲟鲤鱼类上网(川田修三, 1997)。

日本的鲟鲤鱼类养殖可以说自 1991 年主要由冷水性高级鱼类养殖技术研究所分让稚鱼开始。该所提供的 2 万尾稚鱼现已在岩手、新潟、鹿儿岛等县数家单位养殖(吉田桂一, 1995)。

冷水性高级鱼类养殖技术研究所繁育 2 种鲟鲤鱼类,即旧苏联培育的小鲟鲤和美国西海岸出产的美洲白鲟。该所所培育的体长 5~10 厘米的小鲟鲤和美洲白鲟稚鱼单价分别为 350~500 和 500~750 日元/尾,所生产的鲟鲤鱼类商品鱼流通单价为 3,500 日元/公斤(吉田桂一, 1995)。

民间最早养殖鲟鲤鱼类的岩手北部养鱼场自 7 年前开始引进小鲟鲤苗种挑战鲟鲤鱼类养殖。近年,苗种引进数量成倍增长,1991 年,达 13,000 尾。该场于 9~12 月购进苗种,饲养 3~5 年后,出售体重多半 3 公斤(2~7 公斤)的商品鱼。1996 年,该场商品鱼产量 40 吨左右,上市 3~4 吨(高梨清, 1997)。

在日本,现在,在作为天然鲟鲤鱼类传统产区的北海道和东北地方,鲟鲤鱼类养殖盛行,在北海道的上川郡能登町、岩手县的釜山

市和二户市等,官民都致力于振兴鲟鲤鱼类养殖。在关东地方,千叶县成田市的日本鲟鲤鱼类研究会和茨城县筑波的一些民间企业,神奈川县相模湖的一些业者也在从事鲟鲤鱼类养殖。在西日本,滋贺县大津南乡水产中心和醒井养鱼场,宫城县水产试验场小林分场、鹿儿岛县水产试验场内水面分场以及一些电力会社也都在从事鲟鲤鱼类养殖。育苗技术研究(川田修三, 1997)。

## 四 苏 联

旧苏联水域栖息有 100 余种鲟鲤鱼类,其中,欧洲鲤、俄罗斯鲟、闪光鲟、裸腹鲟、黑龙江鲤和小鲟具有重要渔业意义。俄罗斯鲟鲤鱼类资源得天独厚,其渔获量占世界总渔获量 90%。

在俄罗斯,鲟鲤鱼类养殖有其悠久的历史根源。Строганов 于 1946~1961 所进行的鲟鲤鱼类池塘养殖试验应该算是鲟鲤鱼类商品鱼养殖正规科学研究和生产实践的开端。依据所进行的试验,Строганов 断定,在人为环境中,鲟鲤鱼类不仅可能存活、生长,而且可能达到性成熟。Никшиловкин, 稍后, Бурисов 所开展的新杂交种小鲟鲤培育方面工作算是第 2 阶段(Малютин, 1991)。

到 1991 年,旧苏联有 18 家养鱼场全力或局部从事鲟鲤鱼类商品鱼养殖,不过,遗憾的是,当时,每年鲟鲤鱼类商品鱼养殖总产量还未超过 300 吨(Малютин, 1991)。依据联合国粮农组织资料,在俄罗斯,到 1994 年,鲟鲤鱼类养殖产量也只有 400 吨(养殖, 1997)。

然而,鲟鲤鱼类商品鱼养殖已经成为旧苏联鲟鲤鱼业独立行业,并且,展现广阔的发展前景。实际上,除了中亚地区,鲟鲤鱼类商品鱼养殖已在旧苏联各地展开(Малютин, 1991)。

小鲟鲤、俄罗斯河唇鲟、欧洲鲤是旧苏联鲟鲤鱼类商品鱼养殖主要对象。

(Малиюгин, 1991; Буриев, 1984)。鲟鳇鱼类中唯一摄食浮游生物的美洲匙吻鲟也被旧苏联列为最有发展前途的商品鱼养殖对象(Рыбоводство и рыболовство, 1984)。

在乌克兰, 在顿涅茨克州, “苏共二十一”渔业集体农庄利用网箱每年养殖约 130 吨小鲟鳇和勒拿河西伯利亚鲟(Малиюгин, 1991)。

在亚美尼亚, 各养殖场已经卓有成效地实施欧洲鲟、小鲟、勒拿河西伯利亚鲟、小鲟鳇、欧洲鲟-裸腹鲟、裸腹鲟-欧洲鲟、勒拿河西伯利亚鲟-俄罗斯鲟 3 段式养殖。第 1 阶段是投喂人工饲料, 利用面积 0.5~1.0 公顷的池塘将体重 3~5 克的当年鱼种培育到 100~150 克; 第 2 阶段是依赖天然饵料基础, 利用面积 60~90 公顷的成鱼池将越冬鱼种与鲤鱼混养到秋季。体重达 1 公斤以上的个体于秋季出池上市, 剩余个体留下继续饲养到 3~4 公斤(第 3 阶段)(Шонцова, 1991)。

在阿塞拜疆, 中央鲟鳇渔业研究所阿塞拜疆分所深入研究了全年繁育鲟鳇鱼类苗种生物学基础, 并先后确立了闪光鲟、欧洲鲟、俄罗斯鲟池塘养殖技术。鉴于不同种类鲟鳇鱼类产卵期不同, 该所提议早春养殖欧洲鲟和裸腹鲟稚鱼, 晚春养殖春季洄游型俄罗斯鲟和闪光鲟稚鱼, 夏季养殖夏季洄游型闪光鲟稚鱼, 而秋季养殖秋季洄游型俄罗斯鲟稚鱼(Асгоров, 1984)。

除了美国、旧苏联、日本, 在亚洲, 中国, 在北美, 加拿大, 在欧洲, 法国、德国、意大利等许多国家, 也都将鲟鳇鱼类列为新的养殖对象。

德国 Stahler 公司自 70 年代末开始进行各种鲟鳇鱼类养殖生产, 并自 1991 年以自繁仔鱼为对象开始进行美洲匙吻鲟和欧洲鲟亲鱼繁殖研究。通过室内水槽 3.75 年饲养和池塘 1 年饲养, 1995 年, 该公司由首批欧洲鲟亲鱼(体重 15~26 公斤)采卵成功, 在鲟鳇鱼类养殖方面取得突破性进展(Müller, 1995)。

到 4 月 1984 年时, 俄罗斯 5 处池塘为对象开

始西伯利亚鲟商品鱼养殖, 在投喂鲟鳇鱼类配合饲料情况下, 饲养 1.3~2 年, 西伯利亚鲟体重达 3 公斤(Шонцова, 1991)。

## 主要养殖种类生态特点和养殖方式

鲟鳇鱼类具有可观的生长潜力, 非常适于养殖, 只要正确选择养殖对象、合理实施喂饵, 严格执行繁殖技术, 采取哪种养殖方式(池塘养殖、水槽养殖、网箱养殖)均可大见成效(Шонцова, 1991)。

### 小 鲟 鳇

小鲟鳇是欧洲鲟与小鲟的杂种。该鱼于 1952 年在旧苏联育成, 经广泛实验后, 自 1964~1969 年开始在旧苏联各地用于生产性人工繁殖与养殖(Буриев, 1984)。

小鲟鳇是最早在人工养殖条件下达到性成熟的鲟鳇鱼类。小鲟鳇雄鱼早于 1956 年就已用于与欧洲鲟和小鲟回交。小鲟鳇雌鱼人工采卵于 1956 年在阿克赛养鱼场首次成功。2 代小鲟鳇和回交杂种雌鱼于 1981~1983 年达到性成熟, 并开始用于 3 代小鲟鳇和回交杂种苗种生产(Буриев, 1984)。

小鲟鳇为底栖生物、鱼类食性鱼类。在罗斯托夫州, 池塘养殖 20~60 日龄(体长 1.7~17.4 厘米)稚鱼主要摄食摇蚊幼虫、枝角类和叶足类(Мисельсон, 1977, 引自 Гершанович и др., 1987)。在亚速海流域, 在扑罗列塔尔斯克水库, 所放流的当年鱼主要摄食摇蚊幼虫和糠虾类, 4 年鱼主要摄食糠虾类; 在塔甘罗格湾, 稚鱼摄食糠虾类和小鱼, 而大型个体捕食梭鲈等鱼类(Камусов, 1975)。

在旧苏联, 小鲟鳇产卵孵化进行于 4 月末至 5 月初(水温 10~15℃)。雌鱼实施短期保卵采卵, 亲本并不需要以益成鱼。雌鱼成熟年龄 2~3 岁(Буриев, 1984)。在旧苏联, 小鲟



15 龄, 体重 50 公斤小鲟鲤与欧洲鲤回交杂种雌鱼采卵量达 6 公斤 (Буриев, 1984)。在日本, 体重 10 公斤小鲟鲤雌鱼采卵量为 8~12 万粒 (0.8~1.2 公斤) (吉田桂一, 1995)。在 15℃ 最适孵化水温条件下, 仔鱼自第 6 天开始, 持续 3 天, 陆续破膜 (藤井一刚, 1997)。

对亲本“血液”比例不同的小鲟鲤几类杂种生长速度比较表明, 杂种生长速度取决于所继承的欧洲鲤“血液”比例大小 (Буриев, 1984)。

小鲟鲤为广温性鱼类。在溶氧 4~7 毫克/升场合, 即使水温短时间提高到 30~32℃, 小鲟鲤依然摄食 (Крылова и др., 1991)。日本冷水性高级鱼类养殖技术研究所不同水温条件下, 以体重 50~70 克的小鲟鲤等鲟鲤鱼类稚鱼为对象实验养殖 1 个月所获结果表明, 在水温长期低于 6℃ 场合, 稚鱼减重, 在水温达 9℃ 场合, 稚鱼摄饵, 但不见生长, 在水温 9~25℃ 场合, 生长随水温提高而直线上升, 实验结束, 高温组增重率达 250% (图 3) (吉田桂一, 1995)。在旧苏联, 科斯特罗马养鱼场利用水槽, 投喂鲟鲤鱼类干颗粒饲料, 在 18~28℃ 水温条件下, 在自仔鱼开食后 30~40

天内, 成功培育平均体重 10 克大规格小鲟鲤苗种 (Крылова, 1991)。在日本, 在冷水性高级鱼类养殖技术研究所, 养殖小鲟鲤 1 龄体重平均 1.2 公斤, 2 龄——3 公斤 (吉田桂一, 1995)。在旧苏联, 在柯罗列塔尔斯克水库, 1965 年 7 月, 放流小鲟鲤 4 年鱼平均体长达 88 厘米, 平均体重达 4 公斤 (Каревич, 1975)。旧苏联商品鱼养殖场小鲟鲤稚鱼生长如表 2 所示。

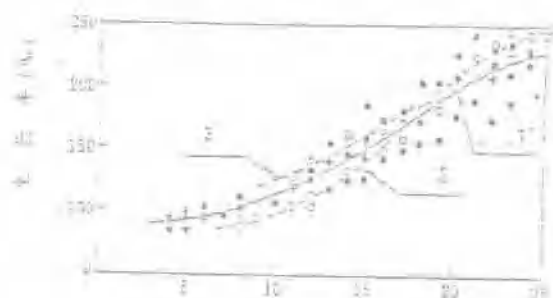


图 3 小鲟鲤稚鱼(50~70克)生长率与水温关系

图 3 小鲟鲤稚鱼(50~70克)生长率与水温关系

生长率 = 实验结束体重 / 实验开始体重 × 100%

实验期 1 个月; 1. 小鲟鲤; 2. 欧洲白鲟; 3. 鳇(无江鲟)

表 2 商品鱼养殖场小鲟鲤稚鱼生长(公斤)

| 年龄 | 池塘养殖场                             |                                 |                                    | 网箱养殖场                       |                              |                                    |                           |
|----|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
|    | 罗斯托夫州<br>(Воронов а<br>др., 1979) | 顿涅茨克州<br>(Дорофеев а др., 1982) | 克拉斯诺达尔边区<br>(Дорофеев а др., 1982) | 皮亚洛夫水<br>(Мухомов,<br>1982) | 原 迦 海<br>(Романова,<br>1974) | 波罗的海<br>(Горюхинов а<br>др., 1987) | 温 水<br>(Каревич,<br>1982) |
| 0+ | 0.10                              | 0.10                            | 0.14                               | 0.02                        | 0.07~0.10                    | 0.06~0.10                          | 0.06                      |
| 1+ | 0.58                              | 0.53                            | 0.81                               | 0.28                        | 0.50~0.86                    | 0.2~0.3                            | 0.25                      |
| 2+ | 2.45                              | 0.60                            | 1.90                               | 0.80                        | —                            | 0.80                               | 1.7                       |

小鲟鲤为广盐性鱼类, 继承欧洲鲤渗透调节能力, 1 代小鲟鲤在盐度 0~14‰ 水体中长得很好, 当年鱼达 500 克, 而 5~6 年鱼达 100 公斤 (Буриев, 1971, 引自 Каревич, 1975)。3 代小鲟鲤可以在盐度达 18‰ 的海水中养殖 (Буриев, 1984)。

小鲟鲤是旧苏联商品鱼养殖主要对象。在许多养殖场, 小鲟鲤商品鱼养殖均获可观收入。在北亚海流域, 在乌克兰顿涅茨克州“蒂

共二十一大”渔业集体农庄, 1988 年, 生产并上市 125 吨小鲟鲤商品鱼, 产值超过 100 万卢布, 收入达 47.9 万卢布, 利润率达 90%。在 10 年内, 该农庄总共养殖并上市 1, 016 吨小鲟鲤, 总产值 650 万卢布, 总收入 250 万卢布 (Шевцов, 1991)。

美洲无吻鲟

美洲匙吻鲟分布于美国密西西比河流域,从密苏里河源流一直分布到墨西哥湾,见于密西西比河流域和墨西哥湾沿岸22个州,栖息于各类水域,即河流、湖泊、水库(Phillips et al., 1982; Miras, 1998)。

在美国,在偏南地区,美洲匙吻鲟体重可达150磅以上,不过,在明尼苏达州,很少达到50磅(Phillips et al., 1982)。

美洲匙吻鲟是鲟形目中唯一摄食浮游生物鱼类,该鱼摄食浮游动物、浮游植物和腐屑(Phillips et al., 1982; Виноградов и др., 1989)。在密苏里河,美洲匙吻鲟成鱼差不多完全摄食浮游甲壳类(Rosen et al., 1981)。在苗种池内,美洲匙吻鲟明显选择摄食移动比较缓慢的轮虫、枝角类、剑水蚤(Michaelitz et al., 1982, 引自Burke et al., 1986)。在斑点美洲鲟和斑点美洲鲟、蓝色美洲鲟养殖池塘,混养美洲匙吻鲟明显降低池塘浮游动物密度(Burke et al., 1986)。

美洲匙吻鲟首次性成熟年龄以栖息地区纬度为转移,雌鱼于7~14龄达性成熟。在旧苏联克拉斯诺达尔边区,在池塘养殖场,雌鱼于6龄达性成熟。雌鱼并非每年产卵(Виноградов и др., 1987)。

美洲匙吻鲟于春季溯河产卵(Phillips et al., 1982)。产卵期为4~5月,产卵水温为13~16℃,产卵场为水深2~12米,底质砾石,水流湍急的缓流(Виноградов и др., 1987)。

美洲匙吻鲟怀卵量以鱼体规格和收容条件为转移,体重10和18公斤雌鱼怀卵量分别为6~10和17~20万粒。1克卵平均110粒。未受精卵卵径2.6(2.2~3.4)毫米(Виноградов и др., 1987)。

美洲匙吻鲟鱼卵最适孵化水温为14~18℃。胚胎发育期取决于水温。在13和18℃场合,胚胎发育分别持续240和113小时。仔鱼培育最适水温为20~22℃(Виноградов и др., 1987)。

美洲匙吻鲟当年稚鱼生长很快,到仲夏,

在美国,可达6英寸(Phillips et al., 1982)。在自然条件下,在伊利诺伊河,美洲匙吻鲟稚鱼1龄体重为0.68公斤,2龄——1.35公斤,3龄——2.10公斤,4龄——3.18公斤,5龄——3.31公斤(Carlender, 1969, 引自Виноградов и др., 1987)。

美洲匙吻鲟生长潜力很大。在旧苏联,在养殖条件下,美洲匙吻鲟当年鱼体重提高到0.30~0.55公斤,2年鱼——0.9~1.32公斤,3年鱼——2.2~3.5公斤(Гершанович и др., 1987)。在“温泉”养殖场,美洲匙吻鲟当年鱼体重提高到0.67公斤,2年鱼——3~4公斤,5年鱼——7~8公斤(Виноградов и др., 1987)。在莫斯科州,在有的养殖场,美洲匙吻鲟1+龄体重为0.9公斤,2+龄——1.8公斤,3+龄——2.8公斤,4+龄——3.3公斤,5+龄——5.5公斤,6+龄——6.5公斤(Виноградов и др., 1987)。

美洲匙吻鲟属于典型淡水鱼类,体重0.1克仔鱼在20℃水温条件下耐受不了高于5‰的盐度,在13~14℃水温条件下耐受不了高于7.5‰的盐度。体重1克鱼苗在盐度10‰水体中存活不了(Гершанович и др., 1987)。

美洲匙吻鲟能比较容易地忍受住水中溶解氧降低到1.5~2.0毫克/升(Виноградов и др., 1987)。

美洲匙吻鲟鱼肉和鱼籽均属上品(Phillips et al., 1982),鱼肉不次于欧洲鲟(Виноградов и др., 1987)。在美国、旧苏联、德国,美洲匙吻鲟是鲟鳇鱼类养殖最重要的鱼种之一(Burke et al., 1986; Виноградов и др., 1987; Møller, 1997)。

在美国,中西部一些州立育鱼场早自60年就已开始美洲匙吻鲟人工繁殖和苗种培育(Kell et al., 1994)。在旧苏联,一些研究机构已于1984~1986年以地塘培育亲鱼为对象成功进行美洲匙吻鲟人工繁殖(Виноградов и др., 1987)。而在德国,Stahler公司自1991



年,开始自鱼卵阶段着手进行美洲匙吻鲟亲鱼培育(Møller, 1997)。

在美洲匙吻鲟苗种人工繁殖生产中,在旧苏联,亲鱼催产利用鲟鲤鱼类脑垂体,雌鱼分2次注射,第1次和第2次注射剂量分别为0.8~1.0和6~8毫克/公斤,注射间隔24小时,雄鱼注射1次,剂量为3~4毫克/公斤(Виноградов и др., 1987),而在美国,有的报告指出,亲鱼催产使用黄体形成激素释放激素( $\alpha$ -Ala<sub>6</sub>, des-Gly<sub>10</sub> LH-RH ethylamide)(雌鱼使用剂量0.1毫克/公斤)(Kroll et al., 1994)。

### 美洲白鲟

美洲白鲟为北美太平洋海湾和沿海河流特产溯河性鱼类(Chapman et al., 1986),从阿拉斯加的阿留申群岛分布到加利福尼亚的蒙特雷(Scott et al., 1973)。在西北太平洋,在弗雷泽河,哥伦比亚河,萨克门托河-圣华金河,美洲白鲟数量最大。加利福尼亚州最大美洲白鲟种群见于圣弗朗西斯科湾河口(Chapman et al., 1996)。

美洲白鲟是北美最大鱼类,恐怕也是见于加拿大淡水中的最大鱼类。体长20英尺(6.10米)并不稀奇。来自哥伦比亚河的1尾11.5英尺(348厘米)美洲白鲟鉴定82龄。最大的美洲白鲟传说超过1,800磅,有案可稽的1尾大美洲白鲟达1,387磅(Scott et al., 1973)。

美洲白鲟小型个体主要摄食摇蚊类,19英寸(483毫米)以上较大个体主要摄食鱼类,成鱼也还大量摄食摇蚊类(Scott et al., 1973)。

美洲白鲟成熟亲鱼于早春溯河产卵,进入大型河流,有些个体可能于秋冬季进入淡水,有时,亲鱼行远距离产卵洄游。产卵期为5~6月,不过,可能因溯河远而拖后。产卵期水温8.9~16.7℃。亲鱼一生只产卵1次,不

过,只有间隔数年之后才再回归产卵,较嫩雌鱼产卵间隔4年,较老雌鱼产卵间隔9~11年。怀卵量取决于雌鱼规格,变化于69.9万粒(35磅雌鱼)至300~400万粒前后(最大雌鱼),卵巢重可能高达250磅(Scott et al., 1973)。在圣弗朗西斯科湾,用于人工繁殖的平均体重 $36 \pm 2$ 公斤的野生雌鱼采卵量变化于63,840~469,432粒,平均203,328粒,相对采卵量变化于3,192~8,582粒/公斤体重,平均5,648粒/公斤体重(Chapman et al., 1996)。不过养殖亲鱼相对采卵量要少得多,平均3,200粒/公斤体重(Logan et al., 1995)。在哥伦比亚河,叉长115~215厘米雌鱼采卵量为98,200~699,000粒(De Vore et al., 1993,引自Chapman et al., 1996)。在萨克拉门托河,成熟卵卵径为3.4~4.0毫米,平均 $3.7 \pm 0.02$ 毫米(Chapman et al., 1993),而在哥伦比亚河——2.6~3.6毫米(North et al., 1993,引自Chapman et al., 1996)。在弗雷泽河,根据生长态势断定,雌鱼首次产卵可能见于26~34龄,雄鱼——11~22龄(Scott et al., 1973)。在圣弗朗西斯科湾,雌鱼达性成熟体长(叉长)为95~135厘米,雄鱼——75~105厘米,雌鱼繁殖期间隔2~4年,雄鱼——1~2年(Chapman et al., 1996)。

在养殖条件下,亲鱼同样提早性成熟。在日本,养殖雌鱼首次性成熟年龄提前到8~9龄(吉田桂一,1995),在美国,提前到6~10龄(Logan et al., 1995)。

推算表明,美洲白鲟1龄体长(叉长)变化于11.7~36.6厘米,到5龄,全长达50.8厘米,此后,每年约长51毫米,直到25龄。33龄后,体长增长减缓,生长主要表现为体重(Scott et al., 1973)。像其它鲟鲤鱼类一样,在养殖条件下,美洲白鲟生长也以水温为转移。在14.7和18.4℃水温条件下,分喂5种饲料,以9日龄仔鱼为对象实验表明,虽然在18.4℃场合,成活率偏低,但生长速度都明显加快(Lutes et al., 1990)。在15, 20, 25℃水温

条件下,以体重0.6—1.9克稚鱼为对象实验表明,随着水温提高,生长速度加快(Cech et al., 1984, 引自 Гершанович и др., 1987)。

美洲白鲟是广盐性鱼类。在日本,海水养殖实验表明,年龄达1龄以上,体重达600克以上,在于春末夏初海水驯养场合,海水养殖没什么问题,生长不次于淡水养殖(吉田桂一, 1995)。

在美国,在加利福尼亚州,美洲白鲟养殖日益兴盛。依据来自加利福尼亚大学和加利福尼亚州各个鲟鳇鱼类商业养殖场的生物学指标,对美洲白鲟养殖生产经济分析表明,美洲白鲟价格按6.61美元/公斤计算,在美洲白鲟鱼籽价格低于331美元/公斤场合,将鱼养到18.5月龄全部上市,投资回报率较大,若是鱼籽价格高于331美元/公斤,那么,将雌鱼养到性成熟(6—10龄),既生产鱼籽,又生产鱼肉,投资回报率更为可观(Logan et al., 1995)。

#### 勒拿河西伯利亚种

西伯利亚鲟分布于旧苏联西伯利亚地区鄂毕河、叶尼塞河、勒拿河、印迪吉尔卡河和科累马河等各大水系,并在勒拿河、叶尼塞河、鄂毕河各大流域形成一系列分布重叠的种群(Рубан, 1998)。

栖息在雅库梯极其严寒环境的勒拿河西伯利亚鲟外表和生物学特点酷似小鲟,但是规格较大(20—25公斤)(Смольянов, 1987)。该鱼生活在淡水中,并不远距离洄游。(Смольянов и др., 1987)。

勒拿河西伯利亚鲟全年摄食,即使在冬季,在冰下,也不停食,该鱼食谱很广,包括昆虫幼虫、贝类、蠕虫、甲壳类、鱼类(Кошелев и др., 1989; Смольянов и др., 1987)。

在自然条件下,在勒拿河中游、下游和该河大型支流阿尔丹河,该鱼于6月末至7月初产卵,而在勒拿河上游,该鱼于5月末至6月

初产卵(Кошелев и др., 1989)。产卵水温为14—18℃。产卵场为乱石-砾石底急流(Смольянов и др., 1987)。在勒拿河中游,性腺成熟亲鱼性腺体重指数相当高,平均达37.25(28.96—42.68)%,成熟鱼卵平均粒重为15毫克(Кошелев и др., 1989)。怀卵量以雌鱼规格为转移,变化于1.6—11.0万粒。在温水养殖条件下,5—10公斤体重雌鱼采卵量为5—10万粒(平均每公斤体重1万粒)。在15℃水温条件下,胚胎发育期8天(Смольянов и др., 1987)。

在勒拿河下游,雌鱼和雄鱼最小性成熟年龄分别为11—12和9—10龄,最小性成熟体长为70—75厘米,最小性成熟体重为1.5—2公斤;在勒拿河中游,雌鱼最小性成熟年龄为13龄(体长69.5厘米,体重1270克);在勒拿河上游,雌鱼最小性成熟年龄为12龄(体长56.5厘米,体重735克);在阿尔丹河,该鱼最小性成熟年龄为9—10龄,雌鱼最小性成熟体长和体重分别为58厘米和890克,雄鱼——59厘米和730克(Соколов и др., 1984, 引自 Кошелев и др., 1989)。雌鱼至少隔5年再行繁殖,雄鱼至少隔3年再行繁殖(Кошелев и др., 1989)。

在温水养殖条件下,勒拿河西伯利亚鲟性成熟要比在勒拿河早得多。在旧苏联一些温水养鱼场,雌鱼和雄鱼首次性成熟年龄分别为6—7和3—4龄,比勒拿河野生个体快0.5—1倍,与鲟鳇鱼类中寿命最短的小鲟首次性成熟年龄非常接近。性成熟雄鱼每年繁殖,雌鱼隔1.5—3年再次成熟,再次成熟周期缩短到勒拿河野生个体的五分之二至三分之一。控制饲养水温,可以全年繁育勒拿河西伯利亚鲟苗种(Смольянов и др., 1987; Шевцова, 1991)。

在勒拿河,勒拿河西伯利亚鲟生长缓慢,到15—20龄,体长80—100厘米,体重3—4公斤(表3)(Смольянов и др., 1987; Кошелев и др., 1989)。然而,该鱼具有极大生长潜力,在适宜条件下,这一潜力即可得以发挥。温水

养殖个体生长速度为勒拿河野生个体 7~9 21 龄鱼(5 公斤)。在旧苏联西伯利亚地区,在倍。在旧苏联欧洲地区,温水养殖 3 年鱼平均重 1.5~2 公斤(最大 3~6 公斤),体重大体相当于勒拿河 11 龄鱼;温水养殖 6 年鱼体重平均 5.5 公斤(最大 9.1 公斤),超过勒拿河野生

表 3 勒拿河西伯利亚鲟各龄平均体重(克)

| 年龄<br>(年) | 勒拿河上游    |        | 勒拿河中游     |        | 阿尔丹河      |        |
|-----------|----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
|           | 变化范围     | 平均     | 变化范围      | 平均     | 变化范围      | 平均     |
| 3         | 105~420  | 268.6  | —         | 200.0  | 200~390   | 276.9  |
| 4         | 173~505  | 333.2  | 200~480   | 327.0  | 180~420   | 298.7  |
| 5         | 350~840  | 527.3  | 210~620   | 355.5  | 180~720   | 372.7  |
| 6         | 425~862  | 579.4  | 230~1250  | 697.7  | 340~900   | 534.8  |
| 7         | 480~730  | 600.0  | 400~850   | 575.4  | 520~750   | 633.1  |
| 8         | 720~780  | 750.0  | 520~990   | 726.2  | 670~1050  | 819.4  |
| 12        | 735~1660 | 1197.0 | 1130~1240 | 1172.5 | 1080~1720 | 1360.0 |
| 14        | —        | 2075.0 | 1000~1790 | 1451.0 | —         | 2185.0 |

\* 在勒拿河中游,21 龄平均体重 330(2.5 克,在阿尔丹河,20 龄平均体重 5890.0 克。

旧苏联自 1973 年在国内欧洲地区进行勒拿河西伯利亚鲟亲鱼培育,许多温水养鱼场均已成功培育勒拿河西伯利亚鲟亲鱼。近年,勒拿河西伯利亚鲟不只养殖于温水养鱼场,也养殖于加里宁州,加里宁格勒州,阿斯特拉罕州,摩尔达维亚,乌克兰各地常温池塘和各地网箱,并以利用天然饵料基础,生产优质鱼类产品为目的引种到南方一些水域。在吉尔吉斯有的水库,半年内,放流稚鱼体重由 3.5 克增长到 250 克,而引种 1 年后,达 700 克(Смольников и др., 1987)。

旧苏联温水养殖勒拿河西伯利亚鲟所获成果具有重大的生产价值和理论意义。1981 年,旧苏联在科纳科夫温水养鱼场在全世界首次在鲟鳇鱼类养殖生产中在水槽饲养条件下成功培育出勒拿河西伯利亚鲟成熟亲鱼,繁育优质鱼苗,继而每年生产该鱼苗种。事实说明,在温水养殖条件下,在生长速度和饲料利用效率方面,勒拿河西伯利亚鲟并不次于诸如鲤鱼一类传统养殖对象,而勒拿河西伯利亚鲟要比鲤鱼等鱼类名贵得多。旧苏联科学家所进行的工作已经表明,在旧苏联,勒拿河西伯利亚鲟作为商品鱼养殖业,尤其是鲟鳇鱼类养殖业重要生产对象,前景极为可观(Смольников и др., 1987; Киселев и др., 1989)。