

中国鲟科一新记录种——小体鲟

马波^① 王玉梅^{①*} 蔡林钢^② 李雷^① 牛建功^② 张颖^① 金洪宇^①

① 中国水产科学研究院黑龙江水产研究所 哈尔滨 150070; ② 新疆维吾尔自治区水产科学研究所 乌鲁木齐 830000

摘要: 在中国, 小体鲟 (*Acipenser ruthenus*) 被认为自然分布于额尔齐斯河, 但至今尚无发现该种的文献报道, 在额尔齐斯河是否确有分布还存疑问。2019年9月, 在中国额尔齐斯河下游(185团)采集到鲟类标本1尾, 全长91.5 cm, 体重5 520 g。标本背骨板11, 侧骨板64, 腹骨板12; 口腹位, 较小, 口下唇中间断裂; 鳃耙数17, 符合小体鲟的形态特征。利用线粒体DNA *Cyt b* 基因序列(1 141 bp), 对鲟属10个物种的亲缘关系及系统发育进行分析, 该种与分布于鄂毕河、多瑙河的小体鲟遗传距离最近(序列分歧为0~0.000 2), 并在进化树中聚为一支, 应属于种内关系。基于以上研究结果, 可以确定该标本即为小体鲟, 在额尔齐斯河首次被发现, 为中国鲟科分布新记录种, 标本保存于中国水产科学研究院黑龙江水产研究所鱼类标本馆(标本号80092871)。

关键词: 小体鲟; 额尔齐斯河; 分布新记录种; 中国

中图分类号: Q959.46 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2021) 05-770-06

First Record of Sterlet *Acipenser ruthenus* (Acipenseriformes: Acipenseridae) in China

MA Bo^① WANG Yu-Mei^{①*} CAI Ling-Gang^② LI Lei^①
NIU Jian-Gong^② ZHANG Ying^① JIN Hong-Yu^①

① *Heilongjiang River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Harbin 150070;*

② *Xinjiang Institute of Fishery Science, Urumqi 830000, China*

Abstract: In China, *Acipenser ruthenus* is considered to be naturally distributed in the Irtysh River, but there is no report on them, and whether it is distributed in the Irtysh River. We collected a sturgeon specimen in the lower reach of the Irtysh River (185 Corps) in northwest of China in September, 2019 (Fig. 1). The Body length of the specimen is 91.5 cm, the weight is 5 520 g; 11 dorsal scutes, 64 lateral scutes and 12 ventral scutes. Mouth ventrally situated and small, middle of the lower lip clearly slit and 17 gill rakers, which conforms to the morphological characteristics of *A. ruthenus* (Fig. 2). According to the phylogenetic and genetic distance analysis of 10 species of the genus *Acipenser* based on the mitochondrial *Cyt b* gene sequence

基金项目 农业农村部农业财政专项“西北地区重点水域渔业资源与环境调查”, 中国水产科学研究院基本科研业务费专项(No. 2020TD07);

* 通讯作者, E-mail: wangym@163.com;

第一作者介绍 马波, 男, 研究员; 研究方向: 渔业资源与生态学; E-mail: hsymabo@163.com

收稿日期: 2020-12-26, 修回日期: 2021-06-17 DOI: 10.13859/j.cjz.202105013

(1 141 bp, Table 1), the results showed that the genetic distance of this specimen is the closest with *A. ruthenus* in Danube and Ob River (sequence divergence was 0 - 0.00 2), and they have gathered on one branch of the evolutionary tree, which should be intraspecific (Fig. 3). In summary, determined that this specimen is *A. ruthenus*, and the species was the first time discovered in the Irtysh River, and also a new record species of Acipenseriformes distributed in China. The specimen was preserved in the herbarium of fisheries in the Heilongjiang River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences (Specimen No. 80092871).

Key words: *Acipenser ruthenus*; Irtysh River; New record; China

小体鲟 (*Acipenser ruthenus*) 和西伯利亚鲟 (*A. baerii*) 均隶属于鲟形目 (Acipenseriformes) 鲟科 (Acipenseridae), 其中, 小体鲟现知分布于欧洲的里海、黑海、波罗的海海域的各河流域 (Peterson et al. 2006), 以及亚洲北部北冰洋沿岸的鄂毕河、叶尼塞河水系 (Barmintseva et al. 2017); 西伯利亚鲟分布于西伯利亚地区从鄂毕河到科雷马河的主要河流以及贝加尔湖水系 (Ruban 1997, Barmintseva et al. 2017), 2 种鲟在鄂毕河、叶尼塞河为同域分布。

额尔齐斯河为鄂毕河最大的支流, 流经中国、哈萨克斯坦、俄罗斯等国, 中国境内的额尔齐斯河位于新疆北部阿勒泰地区, 为额尔齐斯河的源头水域。1964 年李思忠等 (1966) 在额尔齐斯河阿勒泰盐池渔场采集到 3 尾西伯利亚鲟, 并在《新疆鱼类志》(李思忠 1979) 中对其形态特征进行了描述, 但未采集到小体鲟; 任幕莲等 (2002)、郭焱等 (2012) 在对额尔齐斯河鱼类资源进行调查时均未采集到小体鲟和西伯利亚鲟。哈萨克斯坦境内的额尔齐斯河、斋桑泊 (额尔齐斯河上游流经的淡水湖) 等水域有小体鲟分布, 任幕莲等 (2002) 认为, 理论上小体鲟在中国境内的额尔齐斯河也应该有分布, 但至今尚未发现, 相关数据资料也极度缺乏。

2019 年 9 月, 在开展额尔齐斯河鱼类资源调查时采集到鲟类标本 1 尾, 通过形态学比较和线粒体 DNA Cyt *b* 基因分子鉴定, 确定为小体鲟, 这是在额尔齐斯河中国境内河段首次证

实小体鲟的存在, 标本现保存于中国水产科学研究院黑龙江水产研究所鱼类标本馆 (标本号 80092871)。

1 材料

2019 年 9 月, 在额尔齐斯河下游我国与哈萨克斯坦边境附近 185 团河段 (图 1) 采集到鲟类标本 1 尾 (图 2), 其全长 91.5 cm。参照《内陆渔业自然资源调查手册》(张觉民等 1991) 进行形态测量分析, 对外部特征进行观察描述, 基于这些形态测量数据和外部特征, 参照李思忠 (1979) 和任幕莲等 (2002) 所引述的小体鲟特征进行形态学比较鉴定。

2 特征描述

背鳍 39, 胸鳍 31, 腹鳍 21, 臀鳍 12。背骨板 11 枚, 体侧骨板 64, 腹侧骨板 12 枚, 臀部骨板 3。外鳃外行 17, 内行 22。

全长为体高 6.54 倍, 为头长 6.21 倍, 为背鳍前距 1.57 倍, 为背鳍长 13.34 倍, 为胸鳍长 7.4 倍, 为腹鳍长 15.13 倍, 为臀鳍长 13.53 倍; 头长为头高 1.41 倍, 为吻长 2.18 倍, 为眼径 10.49 倍, 为眼间距 3.01 倍, 为外侧须长 5.03 倍; 尾柄长为尾柄高 2.66 倍。

体呈长筒状, 背部平直, 体侧较宽坦, 至后端缩窄。头大, 呈锥形, 吻端尖状, 头腹部扁平。眼小, 圆形, 侧位, 位于鼻孔稍后侧, 眼间距宽, 鼻孔 2 个, 位于眼梢前方。吻腹面有须 4 条, 呈一字形排列, 与口裂平行, 距口距离明显小于距吻端距离 (须吻端距为须口距

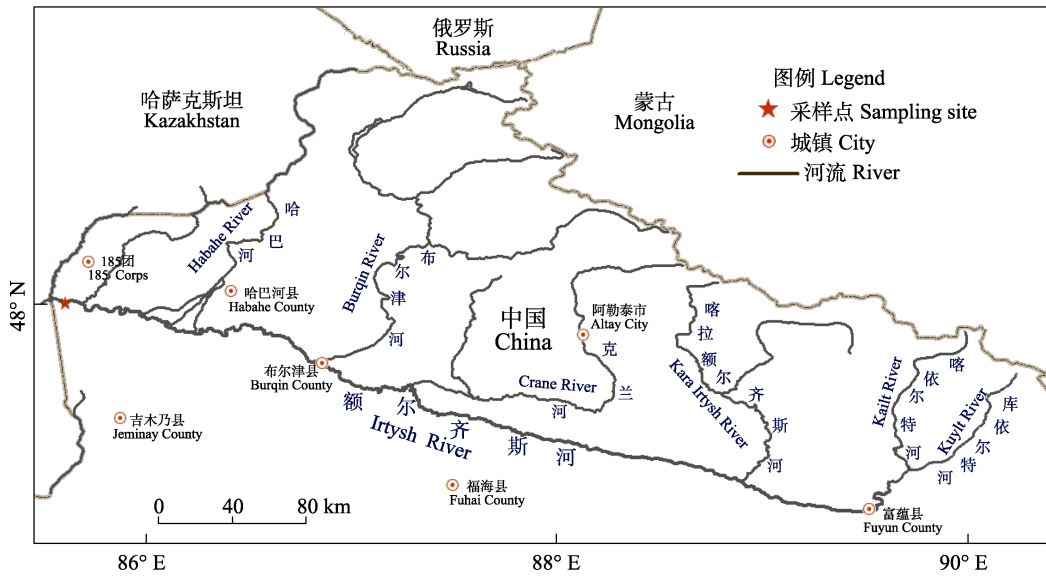


图 1 额尔齐斯河鲟类标本采集地点

Fig. 1 Collection location map of sturgeon specimen in the Irtys River



图 2 额尔齐斯河小体鲟身体侧面照 (a)、背面照 (b) 和头部侧面照 (c)、腹面照 (d)

Fig. 2 Profile view (a), dorsal view (b) of the body and profile view (c), ventral surface view (d) of the head of *Acipenser ruthenus* in the Irtys River

1.58 倍), 内外侧须近等长, 须末端接近上唇, 长约为眼径的 3 倍。口腹位, 横列状, 可伸缩,

上颌略呈弓形, 中间稍凹, 下颌平直, 下唇中间断开, 较宽。鳃孔大, 侧位, 鳃盖膜连于峡部。

体被 5 行骨板, 背骨板 1 行, 宽大稀疏, 骨板背部为硬棘凸起, 末端尖锐。体侧骨板为长矛形, 排布紧密, 骨板行间散布着小梳状颗粒, 无背鳍后骨板和臀鳍后骨板。

背鳍 1 个, 后位, 上缘微凹, 前上角高且呈直角形, 后上角低且呈尖状, 起点约位于腹鳍与臀鳍中间。胸鳍位于体侧、头后, 低位, 外侧第 1 鳍条粗壮呈棘状, 第 3 鳍条最长, 达第 4 背骨板下方。腹鳍腹位, 向后伸过肛门, 不达背鳍起点下方。歪尾形, 尾鳍外缘内凹, 下叶鳍条长于上叶。背部呈青灰色, 向腹部渐色淡至白色或淡黄色。

3 分子鉴定

取额尔齐斯河此鲟类样本的鳍条组织, 使用 Ezup 柱式动物基因组 DNA 抽提试剂盒 (上海生工生物工程有限公司) 提取总 DNA, 用 1% 的琼脂糖凝胶检测 DNA 的质量, 于 4 °C 保存备用。利用引物 XUNF7-1 (5'-CCACTACAT

AAAACAACACTG-3') 和 XUNR8-1 (5'-ATG CTCGGTTCTTACTAC-3') 扩增线粒体 DNA Cyt *b* 基因。PCR 反应体系为 25 μ l, 其中包含 10 \times buffer 2.5 μ l, 25 mmol/L 的 MgCl₂ 1.5 μ l, 10 mmol/L 的 dNTPs 2.5 μ l, 上、下游的引物各 1 μ l, *Taq* 酶 2.0 U, DNA 模板 1 μ l (50 mg/L), 去离子灭菌超纯水补至总体积 25 μ l。PCR 反应条件为: 98 $^{\circ}$ C 预变性 2 min; 扩增过程 40 个循环, 98 $^{\circ}$ C 变性 10 s, 55 $^{\circ}$ C 退火 15 s, 68 $^{\circ}$ C 延伸 60 s; 最终 68 $^{\circ}$ C 延伸 10 min。取 4 μ l 的 PCR 扩增产物经 1% 的琼脂糖凝胶电泳检测后, 将带有目的条带的 PCR 产物送至上海生工生物工程有限公司进行测序, 测序所用引物为扩增引物及 XUNCYTBF (5'-CTCCAACATCTC CGTGTGATG-3')。

经测序, 获得 Cyt *b* 基因的全序列长度为 1 141 bp (GenBank 登录号 MT449936)。从 GenBank 数据库中下载鲟属的小体鲟、西伯利亚鲟、俄罗斯鲟 (*A. guldenstadtii*)、裸腹鲟 (*A. nudiventris*)、闪光鲟 (*A. stellatus*)、施氏鲟 (*A. schrenckii*)、库页岛鲟 (*A. mikadoi*)、中华鲟 (*A. sinensis*) 和达氏鲟 (*A. dabryanus*) 的 Cyt *b* 基因序列, 并以白鲟 (*Psephurus gladius*) Cyt *b* 基因序列为外群构建系统进化树, 各物种及基

因序列来源信息见表 1。利用 MEGA7.0 软件, 基于 K2P (Kimura 2-parameter) 模型计算种间遗传距离, 采用最大似然法 (maximum likelihood) 构建系统进化树, 进化树各分支的支持率都采用 Bootstrap 重复抽样 1 000 次进行分析。

额尔齐斯河鲟类样本与鄂毕河和多瑙河的小体鲟样本 Cyt *b* 基因序列的遗传距离为 0 ~ 0.002, 与其他 8 种鲟的遗传距离为 0.042 ~ 0.104, 即额尔齐斯河鲟类样本与小体鲟的遗传距离远低于与其他种的遗传距离, 亲缘关系很近, 应为种内遗传分化水平。基于 MEGA7.0 软件采用最大似然法对鲟属部分物种构建系统进化树 (图 3), 额尔齐斯河鲟类样本 Cyt *b* 基因序列聚在了鄂毕河、多瑙河的小体鲟分支之内 (自展值 100%), 在属内形成独立一支, 与其他种分支较远。综合亲缘关系及系统发育分析, 在额尔齐斯河采集的鲟类标本与小体鲟应为同种。

4 讨论

在额尔齐斯河流域国外河段的小体鲟主要形态特征为口下唇中间断裂, 背部骨板 12 ~ 16, 体侧骨板 58 ~ 71 (一般 64 ~ 66), 腹侧骨板

表 1 本研究所用的物种序列信息

Table 1 The sequences used in this study

物种 Specie	分布区域 Distribution area	序列号 GenBank accession number	参考文献 Reference
小体鲟 <i>Acipenser ruthenus</i>	额尔齐斯河 Irtysh River	MT449936	本研究 This study
	鄂毕河 Ob River	AJ249694	Ludwig et al. 2000
	多瑙河 Danube River	MG648429、MG648463、MG648475	未公开 Unpublished
西伯利亚鲟 <i>A. baerii</i>	鄂毕河 Ob River	AJ245825	Ludwig et al. 2000
俄罗斯鲟 <i>A. guldenstadtii</i>	伏尔加河 Volga River	AJ277594	Jenneckens et al. 2000
裸腹鲟 <i>A. nudiventris</i>	里海 Caspian Sea	AJ245832	Ludwig et al. 2000
闪光鲟 <i>A. stellatus</i>	黑海 Black Sea	KC130103	Ciftci et al. 2013
库页岛鲟 <i>A. mikadoi</i>	图敏河 Tumnin River	KX276658	Shedko 2017
施氏鲟 <i>A. schrenckii</i>	黑龙江 Heilongjiang River	KX276659	Shedko 2017
中华鲟 <i>A. sinensis</i>	长江 Yangtze River	KJ174513	Liao et al. 2016
达氏鲟 <i>A. dabryanus</i>	长江 Yangtze River	AY510085	Peng et al. 2007
白鲟 <i>Psephurus gladius</i>	长江 Yangtze River	AY571339	Peng et al. 2007

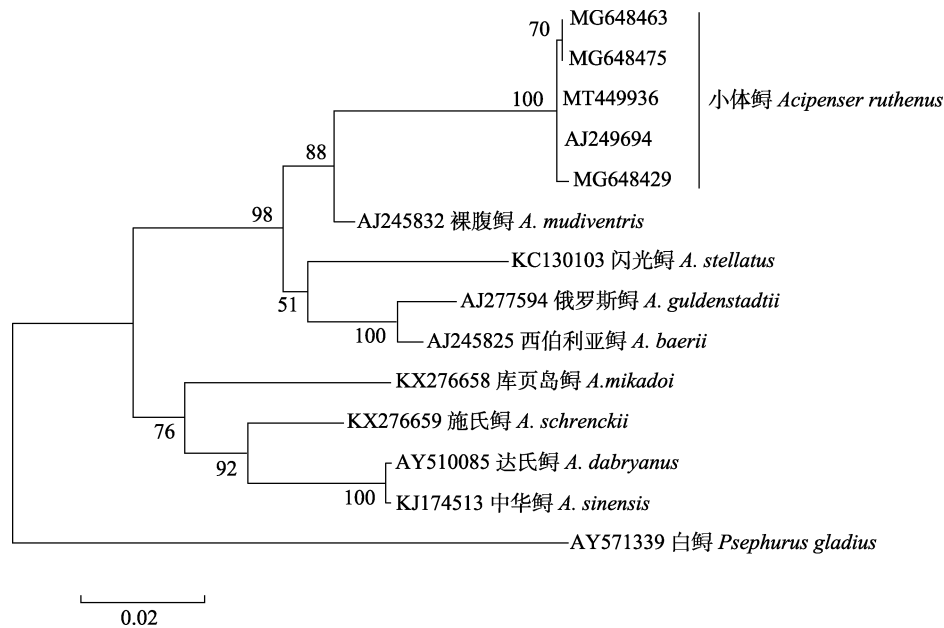


图 3 基于线粒体 *Cyt b* 基因序列构建的最大似然进化树

Fig. 3 The maximum likelihood tree based on mitochondrial *Cyt b* gene sequences

序列 MT449936 为额尔齐斯河样本；节点上的数值为自展重抽样 1 000 次得到的支持率；标尺代表分支长度。

The MT449936 sequence indicate samples from Irtysh River. Numbers at the nodes represent bootstrap values based on 1 000 replicates. Scale represents the branch length.

12 ~ 16 (李思忠 1979, 任幕莲等 2002)。本研究采集的鲟类标本, 口下唇及侧骨板符合小体鲟特征, 但背部骨板略少 (11)。与中国境内额尔齐斯河的西伯利亚鲟 (3 尾标本) 相比 (李思忠 1979), 本标本的背部骨板少 (11 vs. 14 ~ 16), 体侧骨板多 (64 vs. 46 ~ 49), 即在体侧骨板数上两者具有明显差异。基于线粒体 DNA *Cyt b* 基因序列的分子系统发育分析, 该标本与分布于鄂毕河、多瑙河的小体鲟个体相聚, 两者具有种内的亲缘关系。经形态学比较及分子遗传鉴定, 确认该标本即为小体鲟, 在额尔齐斯河我国河段属于首次发现, 应为中国新记录种。

额尔齐斯河为鄂毕河的最大支流, 也是小体鲟的主要分布区域 (Maria et al. 2019), 在国外哈萨克斯坦境内的额尔齐斯河、托博尔河及斋桑泊有小体鲟分布 (任幕莲等 2002), 但在中国境内一直以来未能采集到该种的标本, 可

能小体鲟资源十分稀少而难以发现。西伯利亚鲟也自 1966 年以来没有再次被发现的研究报道 (李思忠等 1966, 任幕莲等 2002, 郭焱等 2012)。经实地调查, 目前在额尔齐斯河偶尔还可捕获鲟类标本, 可能小体鲟或西伯利亚鲟在额尔齐斯河尚有零星分布, 但其资源已极度衰退。

此前记载, 我国鲟形目土著物种有 6 种, 包括中华鲟、达氏鲟、施氏鲟、西伯利亚鲟、白鲟和鳇 (*Huso dauricus*) (湖北省水生生物研究所 1976, 李思忠 1979, 张觉民 1995, 危起伟等 2003), 裸腹鲟为移植种, 分布于伊犁河 (李思忠等 1966)。此次发现, 证实了小体鲟在中国境内的额尔齐斯河确有分布, 我国鲟形目土著物种达 7 种。小体鲟和西伯利亚鲟均为珍稀濒危物种, 在我国仅分布于额尔齐斯河, 具有重要的水生生物多样性保护意义和鱼类动物地理学科研价值。

参 考 文 献

- Barmintseva A E, Mugea N S. 2017. Natural genetic polymorphism and phylogeography of Siberian sturgeon *Acipenser baerii* Brandt, 1869. Russian Journal of Genetics, 53(3): 358–368.
- Ciftci Y, Eroglu O, Firidin S. 2013. Genetic characterization of three Sturgeon Species (*A. stellatus* Pallas, 1771, *A. gueldenstaedtii* Brandt, 1833, *H. huso* Linnaeus, 1758) by mtDNA sequence analysis from Black Sea coasts of Turkey. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 13: 291–303.
- Jenneckens I, Meyer J N, Debus L, et al. 2000. Evidence of mitochondrial DNA clones of Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*, within Russian sturgeon, *Acipenser gueldenstaedtii*, caught in the River Volga. Ecology Letters, 3: 503–508.
- Liao X L, Tian H, Zhu B, et al. 2016. The complete mitochondrial genome of Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*). Mitochondrial DNA Part A, 27(1): 328–329.
- Ludwig A, May B, Debus L, et al. 2000. Heteroplasmy in the mtDNA control region of sturgeon (*Acipenser*, *Huso* and *Scaphirhynchus*). Genetics, 156(4): 933–1947.
- Maria A P, Alexey I M, Iliya G K et al. 2019. Population genetic structure and phylogeography of sterlet (*Acipenser ruthenus*, Acipenseridae) in the Ob and Yenisei River basins. Mitochondrial DNA Part A, 30(1): 156–164.
- Peng Z G, Ludwig A, Wang D Q, et al. 2007. Age and biogeography of major clades in sturgeons and paddlefishes (Pisces: Acipenseriformes). Molecular Phylogenetics and Evolution, 42(3): 854–862.
- Peterson D, Vecsei P, Hochleithner M. 2006. Threatened fishes of the world: *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758 (Acipenseridae). Environmental Biology of Fishes, DOI 10.1007/s10641-006-6659-1.
- Ruban G I. 1997. Species structure, contemporary distribution and status of the Siberian sturgeon, *Acipenser baerii*. Environmental Biology of Fishes, 48: 221–230.
- Shedko S V. 2017. The low level of differences between mitogenomes of the Sakhalin sturgeon *Acipenser mikadoi* Hilgendorf, 1892 and the green sturgeon *A. medirostris* Ayeres, 1854 (Acipenseridae) indicates their recent divergence. Russian Journal of Marine Biology, 43(2): 176–179.
- 郭焱, 张人铭, 蔡林钢. 2012. 新疆鱼类志. 乌鲁木齐: 新疆科学技术出版社, 24–29.
- 湖北省水生生物研究所. 1976. 长江鱼类. 北京: 科学出版社, 16–20.
- 李思忠. 1979. 新疆鱼类志. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社, 6–8.
- 李思忠, 戴定远, 张世义, 等. 1966. 新疆北部鱼类调查研究. 动物学报, 8(1): 41–56.
- 任慕莲, 郭焱, 张人铭, 等. 2002. 中国额尔齐斯河鱼类资源及渔业. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 54–56.
- 危起伟, 杨德国. 2003. 中国鲟鱼的保护、管理与产业化. 淡水渔业, 33(3): 3–7.
- 张觉民. 1995. 黑龙江省鱼类志. 哈尔滨: 黑龙江科技出版社, 24–36.
- 张觉民, 何志辉. 1991. 内陆水域渔业自然资源调查手册. 北京: 农业出版社.