

DOI: 10.19663/j.issn2095-9869.20240906002

http://www.yykxjz.cn/

李昂, 安长廷, 李玉强, 刘乐彬, 柳淑芳, 庄志猛. 胶州湾滩涂生计渔业渔获物“蚝艮”的分类鉴定及其分布记录. 渔业科学进展, 2025, 46(4): 59–66

LI A, AN C T, LI Y Q, LIU L B, LIU S F, ZHUANG Z M. Species identification of the subsistence fishery catch “Hao Gen” fish from the tidal flats of Jiaozhou Bay. Progress in Fishery Sciences, 2025, 46(4): 59–66

胶州湾滩涂生计渔业渔获物“蚝艮”的分类鉴定及其分布记录*

李 昂¹ 安长廷¹ 李玉强² 刘乐彬² 柳淑芳^{1①} 庄志猛¹

(1. 海水养殖生物育种与可持续产出全国重点实验室(中国水产科学研究院黄海水产研究所) 山东 青岛 266071;

2. 青岛市海洋生态研究会 山东 青岛 266000)

摘要 为明确胶州湾滩涂生计渔业渔获物“蚝艮”的种类及其分布信息,本研究利用形态学方法和 DNA 条形码技术对该物种开展了分类鉴定。在胶州湾北部滩涂生计渔业的传统作业区共采集“蚝艮”样品 10 尾。形态学研究选取了 7 个可数性状和 8 个可量性状对样品进行定量分析,并通过与历史文献记录比较,初步确定该物种为长体刺虾虎鱼[*Acanthogobius elongatus* (Fang, 1942)]。测序获取样品 DNA 条形码序列 10 条,在 GenBank 数据库中进行相似性比对,结合已报道的 8 种虾虎鱼类 DNA 条形码进行分析,构建系统进化关系,进一步确定样品的种类及分类地位。结果显示,“蚝艮”的 DNA 条形码与已报道的长体刺虾虎鱼序列具有高度的相似性,二者的遗传距离为种内差异水平;在系统发育树中,“蚝艮”与长体刺虾虎鱼聚为一支,支持将“蚝艮”鉴定为长体刺虾虎鱼。本研究首次对“蚝艮”实施了科学鉴定,并记录了其在胶州湾的分布,解决了该生计渔业渔获物长期以来种类不明的问题。研究结果将丰富胶州湾鱼类多样性认知,并为胶州湾渔业资源的养护和生计渔业管理措施的制定提供科学基础。

关键词 “蚝艮”; 胶州湾; 生计渔业; DNA 条形码; 物种鉴定; 长体刺虾虎鱼

中图分类号 S932.4 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2025)04-0059-08

胶州湾位于黄海中部、山东半岛南岸,为半封闭扇形海湾,湾内水域生产力高,饵料生物丰富,是多种经济物种繁殖、育幼和索饵的重要场所,也是沿岸渔民从事生计渔业的传统渔场(刘瑞玉, 1992; 曾晓起等, 2004; 朴成华, 2005)。滩涂是胶州湾的典型生境之一,面积约为 130 km²,占胶州湾总面积的 1/4 以上(山东省地方志办公室, 1993; 青岛史志办公室, 1997),在本地生态系统中具有重要生态与经济价值(张顺香,

2013; 李淑娟等, 2020)。然而,近年来,由于填海造陆、围滩养殖等海岸带开发活动的影响,胶州湾滩涂面积持续减小,造成其生物多样性丧失风险不断加剧(张顺香, 2013; 秦鹏等, 2020; 杨慧等, 2018)。目前,有关胶州湾生物多样性的研究主要依赖拖网调查对潮下带和浅海区的渔业生物多样性和群落结构进行分析(徐宾铎等, 2010、2013; 曾慧慧等, 2012; 翟璐等, 2014; 沃佳等, 2017; 郭建忠等, 2019),有关滩涂生计渔业的

* 国家现代农业产业技术体系(CARS-47-G31)、青岛市科技惠民示范专项(24-1-8-xdny-3-nsh)和中国水产科学研究院黄海水产研究所基本科研业务费(20603022022024)共同资助。李 昂, Email: liang@ysfri.ac.cn

① 通信作者: 柳淑芳, 研究员, Email: liusf@ysfri.ac.cn

收稿日期: 2024-09-06, 收修改稿日期: 2024-10-08

研究资料极其缺乏。因此,亟待开展胶州湾滩涂渔业生物多样性调查工作,以期胶州湾生物多样性保护提供科学依据。

“蚝艮”是栖息于胶州湾滩涂的一种小型鱼类的俗称,为山东青岛传统食用鱼种和生计渔业捕捞对象,被称作胶州湾“四小海鲜”之一。此种每年仅在春季和夏初集中出现于青岛市场,产量较小(曾晓起等, 2017)。对胶州湾生计渔业的初步调查发现,“蚝艮”长期以来未被进行科学的分类鉴定,仅见一些科普文献报道将其认作“普氏缒虾虎鱼”(曾晓起等, 2017),即普氏细棘虾虎鱼[*Acentrogobius pflaumii* (Bleeker, 1853)]的同种异名(伍汉霖等, 2008)。胶州湾沿岸渔民对“蚝艮”的捕捞多采用导隔插网陷阱类渔具“须子网”,这种针对单一鱼种的捕捞生产行为主要集中于每年的3—5月,根据出售渔获物的怀卵状况可以判断,此期间正值该鱼种的繁殖期;其作业区域地处青岛胶州湾国家级海洋公园范围内,分布有大沽河、白沙河等河流入海口。近年来,“蚝艮”的产量呈逐年下降趋势,以致价格持续上涨,已成为胶州湾名贵海产。综上可见,胶州湾沿岸渔民对“蚝艮”的捕捞具有地方性生计渔业的特点,其生产方式较为传统、粗放,作业水域位于生态环境敏感区域,并可能存在过度捕捞情况。因此,有必要在对“蚝艮”进行明确物种鉴定的前提下,对其实施科学评估和规范管理。

2022年4月,在对生计渔业走访调研的基础上,本研究开展了“蚝艮”样品的采集和分类鉴定工作。由于市场出售的“蚝艮”通常都经过了熟制,加工过程会造成鉴定特征的丢失,故本研究在渔民设置网具的区域自行采集,获取了目标鱼种的活体样本。初步辨识发现,该鱼种应属虾虎鱼科(Gobiidae),然而其“体颇

延长”等外部特征与胶州湾已有记录的虾虎鱼类均不相符(曾慧慧等, 2012; 韩东燕等, 2013; 刘文元, 2013; 郭建忠等, 2019)。本研究通过将形态学方法和DNA条形码技术相结合,以期明确“蚝艮”的物种名,并记录该种在胶州湾海域的分布。研究结果将丰富胶州湾滩涂鱼类多样性认知,并为胶州湾生物多样性保护和渔业资源养护措施的制定提供新的科学参考。

1 材料与方法

1.1 实验材料

2023年4月,于胶州湾北部滩涂,在当地渔民布设“须子网”的区域内,使用手抄网现场捕捞10尾活体“蚝艮”。根据刺虾虎鱼属(*Acanthogobius*)“体延长,前部稍呈圆筒形,后部侧扁;头宽大,略平扁;口中大,前位,斜裂,唇略厚;背鳍2个,稍分离,第一背鳍具7~9鳍棘,第二背鳍具1鳍棘,10~22鳍条;胸鳍长,无游离鳍条”等典型形态学鉴定特征,初步判断样品应属刺虾虎鱼属(伍汉霖等, 2008)。

从GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>)和中国渔业生物DNA条形码信息平台(<http://www.fishery-barcode.cn>)下载刺虾虎鱼属6个物种的DNA条形码序列共9条,用于同源序列比较分析及系统发育关系构建。同时,下载与上述种类同科但不同属的大颌裸身虾虎鱼(*Gymnogobius macrognathos*)和双带缒虾虎鱼(*Tridentiger bifasciatus*)的DNA条形码序列作为外群(表1)。

1.2 实验方法

1.2.1 形态学分析 主要依据《中国动物志·硬骨鱼

表 1 本研究所用样品及序列信息
Tab.1 Samples and sequences information used in this study

序号 No.	种类 Species	样品数量 Number of samples	样品编号/序列登录号 Specimen No./GenBank Access No.	参考文献 Reference
1	“蚝艮” “Hao Gen” fish	10	H1~H10	本研究 This study
2	黄鳍刺虾虎鱼 <i>Acanthogobius flavimanus</i>	2	AF391381, KY275348	Thacker, 2003; Wang <i>et al</i> , 2018
3	矛尾刺虾虎鱼 <i>Acanthogobius hasta</i>	2	AY486321, MK253669	Kim <i>et al</i> , 2004; Zhang <i>et al</i> , 2019
4	长体刺虾虎鱼 <i>Acanthogobius elongatus</i>	1	JX679021	Jeon <i>et al</i> , 2012
5	乳色刺虾虎鱼 <i>Acanthogobius lactipes</i>	2	Ysfri-F5500~Ysfri-F5501	中国渔业生物 DNA 条形码信 息平台 Chinese Fishery DNA Barcoding System (www.fishery-barcode.cn)

续表 1

序号 No.	种类 Species	样品数量 Number of samples	样品编号/序列登录号 Specimen No./GenBank Access No.	参考文献 Reference
6	棕刺虾虎鱼 <i>Acanthogobius luridus</i>	1	JX679024	Jeon <i>et al</i> , 2012
7	斑鳍刺虾虎鱼 <i>Acanthogobius stigmatonotus</i>	1	MT258987	Zheng <i>et al</i> , 2020
8	大颌裸身虾虎鱼 <i>Gymnogobius macrognathos</i>	1	LC381672	Henmi <i>et al</i> , 2018
9	双带缟虾虎鱼 <i>Tridentiger bifasciatus</i>	1	JX679061	Jeon <i>et al</i> , 2012

纲·鲈形目(五) 虾虎鱼亚目》对 10 尾“蚝艮”样品的形态特征进行观察描述, 并初步鉴定物种(伍汉霖等, 2008)。选取背鳍、臀鳍、胸鳍鳍条数和纵列鳞、横列鳞、背鳍前鳞数等可数性状, 体长、体高、头长、吻长、眼径、眼间距、尾柄长、尾柄高等可量性状对全部样品进行测量及定量分析。主要可量性状及其测度依据见图 1。其中, 眼间距以实际测度数据为依据, 未在图中标注。随机选取两尾“蚝艮”样品(样品编号: H4 和 H5), 利用 Micro-CT 观察骨骼特征并测量脊椎骨数。

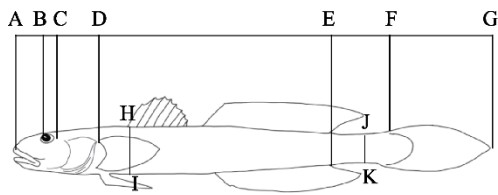


图 1 “蚝艮”的可量性状特征
Fig.1 The schematic diagram of morphologic measurement of “Hao Gen” fish

AG: 全长; AF: 体长; HI: 体高; AD: 头长;
AB: 吻长; BC: 眼径; EF: 尾柄长; JK: 尾柄高。
AG: Total length; AF: Body length; HI: Body depth;
AD: Head length; AB: Snout length; BC: Eye diameter;
EF: Caudal peduncle length; JK: Caudal peduncle height.

1.2.2 DNA 提取与序列扩增 取样品鳍条组织约 100 mg, 使用基因组 DNA 提取试剂盒(天根生化科技有限公司)提取基因组 DNA。选取线粒体 *CO I* 基因片段作为 DNA 条形码序列(Jeon *et al*, 2012), 根据刺虾虎鱼属参考序列, 利用 Primer Premier 5.0 软件设计引物, 上下游引物序列分别为 CH-F1: 5'-GTGGCAATTACACGTTGATT-3', CH-R1: 5'-ATGGCCATCATTGCTCAAAC-3'。PCR 体系(25 μ L): *Taq* 酶 0.25 μ L, DNA 模板 1 μ L, 上下游引物(5 μ mol/L)各 1 μ L, dNTP 2 μ L, 10 $\times$ PCR buffer 2.5 μ L, 去离子水 17.25 μ L。PCR 条件: 94 $^{\circ}$ C 预变性 5 min; 94 $^{\circ}$ C 变性

45 s, 52 $^{\circ}$ C 退火 45 s, 72 $^{\circ}$ C 延伸 45 s, 循环 35 次; 最后, 72 $^{\circ}$ C 延伸 10 min。扩增产物经 1%琼脂糖凝胶电泳检测($U=5$ V/cm)确认后, 送往北京六合华大基因公司进行双向测序。

1.2.3 序列分析 使用 DNASTAR 软件包(DNASTAR Inc., 美国)对测序获得序列进行编辑和人工校正; 用 BLAST 在 GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>) 中进行序列相似性比对分析。在 GenBank 数据库和中国渔业生物 DNA 条形码信息平台下载近缘种同源序列片段(表 1)进行比较分析, 通过 MEGA X 软件基于筛选获得的最佳模型 Jukes-Cantor, 采用最大似然法(maximum likelihood, ML)构建系统关系树, 并基于 Kimura 2-parameter (K2P)模型计算遗传距离, 实现 DNA 条形码物种鉴定。

2 结果与分析

2.1 形态特征分析

测量获得 10 尾“蚝艮”样品的形态学特征, 体长范围为 24.1~61.0 mm, 同时记录了部分样品的侧视图[样品编号: H1(活体)、H4(福尔马林固定样品)](图 2)和 Micro-CT 图像(样品编号: H4 和 H5)(图 3)。首先根据《中国动物志·硬骨鱼纲·鲈形目(五)·虾虎鱼亚目》中的刺虾虎鱼属检索表进行分析(伍汉霖等, 2008)。检索结果显示, 全部样品可通过以下共同特征确定为长体刺虾虎鱼(*Acanthogobius elongatus*): 头部裸露无鳞, 背鳍前鳞数 1~3; 第二背鳍具 1 鳍棘, 12 鳍条; 臀鳍具 1 鳍棘, 11~12 鳍条; 尾鳍大于头长等。

本研究进一步将 7 个可数性状和选取计算的 7 组可量性状比值与历史记录进行比较分析(表 2), 发现“蚝艮”样品所有的可数性状均与文献记录中长体刺虾虎鱼的描述相符合; 在可量性状中, 虽然只有体长/体高这一比值完全处在长体刺虾虎鱼的文献记录范围内, 但其余比值均与长体刺虾虎鱼较为接近(伍汉霖

等, 2008; 倪勇等, 1985)。综上, 本研究将样品初步鉴定为长体刺虾虎鱼。

2.2 DNA 条形码分析与物种鉴定

获取了全部 10 尾“蚝艮”样品的 DNA 条形码序列,

通过同源序列比对, 每条序列截取长度 542 bp 用于物种鉴定分析。全部样品 *CO I* 序列共定义 6 个单倍型, 其中样品 H1、H3、H4、H6 和 H10 序列与参考序列 JX679021 完全一致, 构成 1 个单倍型, 其余样品 H2、H5、H7、H8 和 H9 序列分别构成独立的



图 2 “蚝艮”样品(H1 和 H4)侧视图
Fig.2 Lateral views of the “Hao Gen” fish specimens (H1 and H4)

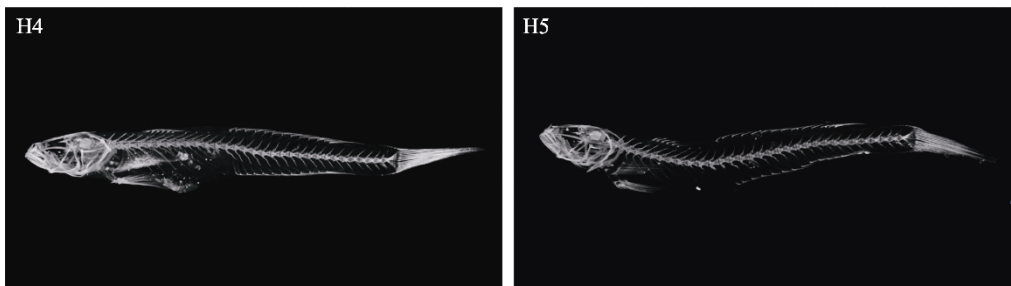


图 3 “蚝艮”样品(H4 和 H5)显微 CT 侧视图
Fig.3 Micro-CT images of lateral views of “Hao Gen” fish specimens (H4 and H5)

表 2 “蚝艮”与长体刺虾虎鱼的形态特征比较

Tab.2 Comparison of morphological characteristics of “Hao Gen” fish with *Acanthogobius elongatus*

形态特征 Morphological characteristics	“蚝艮” “Hao Gen” fish	长体刺虾虎鱼 <i>Acanthogobius elongate</i> [misspelling of <i>Acanthogobius elongatus</i> (Shibukawa <i>et al</i> , 2013)]	“长体阿匍虾虎鱼”[已修订为 长体刺虾虎鱼(伍汉霖等, 2008)] “ <i>Aboma elongata</i> sp. nov.” accepted as <i>Acanthogobius elongata</i> (Wu <i>et al</i> , 2008)
	本研究 This study	伍汉霖等, 2008	倪勇等, 1985
背鳍鳍条数 Spine and ray numbers of dorsal fin	VIII, 1-12	VII~VIII, 1-12~13	VIII, 1-12~14
臀鳍鳍条数 Spine and ray numbers of anal fin	I-11~12	I-11	I-12~13
胸鳍鳍条数 Pectoral fin ray numbers	19~20	19~20	19
纵列鳞 Longitudinal scales	34~38	34~38	34~36
横列鳞 Rows of scales	9	9~11	9~10
背鳍前鳞 Scales before dorsal fin	0~3	0~3	—
脊椎骨 Vertebrae numbers	32	32	—
体长/体高 Body length/body depth	6.4~7.5	6.1~6.3(♀), 7.5~7.7(♂)	6.3~6.4(♀), 7.4~7.8(♂)
体长/头长 Body length/head length	3.9~4.7	4.3~4.7	4.3~4.7
头长/吻长 Head length/snout length	3.1~4.1	3.2~3.5	3.3~3.6
头长/眼径 Head length/eye diameter	5.2~6.1	5.5~6.0	5.6~6.1
头长/眼间距 Head length/interorbital space	6.1~6.8	5.9~6.5	6.1~6.7
尾柄长/尾柄高	2.0~2.7	2.1~2.4	2.3~2.5
Caudal peduncle length/ Caudal peduncle height			
吻长/眼径 Snout length/eye diameter	1.3~1.9	1.4~1.6	1.5~1.7

单倍型,将全部单倍型序列上传至 GenBank 数据库,登录号为 PQ407566~PQ407571。

BLAST 相似性比对分析结果显示,全部“蚝艮”DNA 条形码序列均与 GenBank 中长体刺虾虎鱼未定种(*Acanthogobius* sp. '*elongata*') [已有发表文献证实其实际为长体刺虾虎鱼(*Acanthogobius elongatus*) (Jeon *et al*, 2012; Shibukawa *et al*, 2013)] 的序列相似性最高,相似度均超过了 99%,提示所有样品可能均为长体刺虾虎鱼。

利用样品单倍型序列和 6 种刺虾虎鱼(刺虾虎鱼属)的同源序列(另包括 2 种外群)以最大似然法构建的系统进化关系显示(图 4),全部“蚝艮”样品均与长体刺虾虎鱼聚为一个单系的分支,其组内个体间基于 Kimura-2-parameter 模型计算的遗传距离最大仅为 0.6%,为种内差异水平(Hebert *et al*, 2003)。6 种刺虾虎鱼在系统树中均具有独立的分支,相同种类均可聚为一个单系群。上述结果支持将本研究采集的全部“蚝艮”样品鉴定为长体刺虾虎鱼。

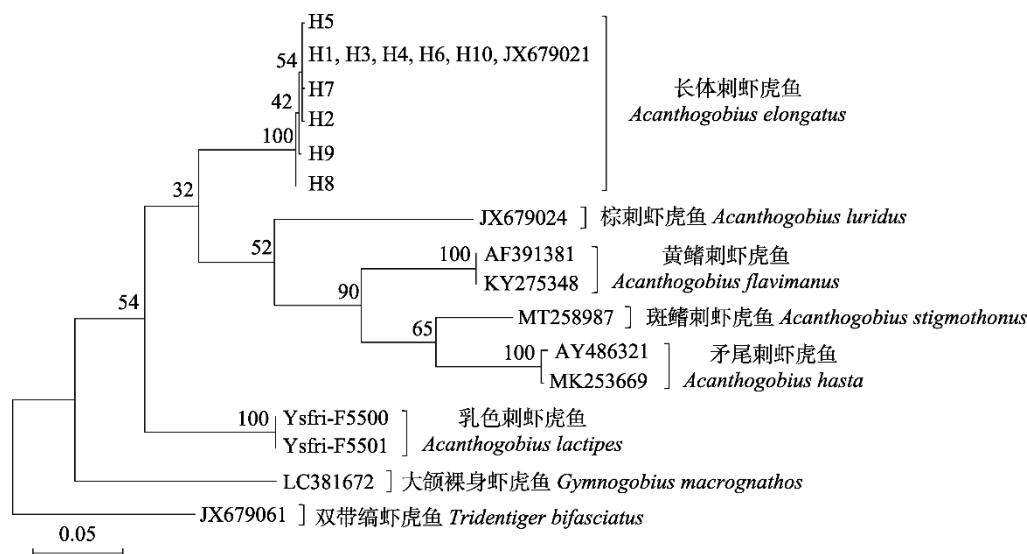


图 4 基于 DNA 条形码序列构建的 6 种刺虾虎鱼的 ML 系统树

Fig.4 Phylogenetic tree constructed by the maximum likelihood (ML) method using DNA barcoding sequences of 6 *Acanthogobius* species

各分支上数字为 1 000 次重复抽样分析得到的自展值。

Bootstrap values from 1 000 replicates are shown at the nodes.

3 讨论

以形态学数据和 DNA 条形码序列为依据,本研究将胶州湾滩涂渔获物“蚝艮”鉴定为长体刺虾虎鱼 [*Acanthogobius elongatus* (Fang, 1942)]。长体刺虾虎鱼最早由我国鱼类学家方炳文于 1942 年作为新种描述,命名为 *Aboma elongata* Fang, 1942,模式产地为烟台芝罘(Fang, 1942);倪勇等(1985)重新将其按照新种描述,命名为长体阿匍虾虎鱼(*Aboma elongata* Ni et Wu sp. nov.);该种后被修订并归入刺虾虎鱼属,最终定名长体刺虾虎鱼 [*Acanthogobius elongatus* (Fang, 1942)] (伍汉霖等, 2008; Shibukawa *et al*, 2013)。目前,有关该种较为详尽的形态学描述主要见于《中国动物志·硬骨鱼纲·鲈形目(五)·虾虎鱼亚目》(2008) (伍汉霖等, 2008),然而,其中提供的可鉴定信息仍较为有限。在公共数据库中,有关此种的线粒体 CO I 序列信息

仅见于 GenBank 中 1 条以未定种“*Acanthogobius* sp. '*elongata*'”命名[已有发表文献证实其实际为长体刺虾虎鱼(*Acanthogobius elongatus*) (Jeon *et al*, 2012; Shibukawa *et al*, 2013)],长度为 542 bp 的序列记录(序列号: JX679021)。本研究在对上述研究资料整理、研判的基础上,综合运用形态学和 DNA 条形码序列的分析结果,实现了对该种的有效鉴定,研究结果可为长体刺虾虎鱼提供新的鉴定依据和可靠的 DNA 条形码序列信息。

“蚝艮”是胶州湾的重要渔获物,然而,长期以来未得到有效的物种鉴定,类似对渔获物生物多样性缺乏认知的现象在我国小型生计渔业中较为常见,这在一定程度上反映了目前学界对生计渔业的调查重视不足。生计渔业由于具有复杂性、随机性和脆弱性等特点,对其开展系统调查的难度较大,以致目前社会学和自然科学领域对其关注较少(Xiong *et al*, 2022;

陈园园, 2014; 张家旭等, 2023)。本研究将胶州湾生计渔业的地方特色渔获物作为研究对象, 通过明确其种类丰富了本地渔业生物多样性信息, 提示加强生计渔业调查可有效弥补拖网等常规调查手段的缺陷, 有助于提高渔业生物多样性数据的完整性。

文献资料显示, 长体刺虾虎鱼分布于我国辽宁至浙江沿海及朝鲜半岛西海岸, 常栖息于河口咸、淡水水域, 其总体数量较少, 为易危物种, 已被列入《中国物种红色名录》(2004) (汪松等, 2004; 伍汉霖等, 2008)。本研究首次记录了长体刺虾虎鱼在胶州湾的分布, 同时发现此种在繁殖期间可能对滩涂生境具有较高的依赖性, 推测这可能是春季至夏初该种在胶州湾北部(范围内有大沽河等淡水注入)集中出现的决定因素, 即湾内发育广阔的滩涂为其种群的维持提供了必要的生境条件。以上推论尚需后续研究对该种的种群数量及生活史等方面开展详细调查加以论证。近年来, 随着胶州湾持续的开发与利用, 其北部滩涂面积呈不断缩小趋势(张顺香, 2013; 秦鹏等, 2020; 杨慧等, 2018), 尽管如此, 我们依然在其中发现了一定数量易危物种的存在, 这提示有必要针对胶州湾滩涂开展全面调查, 弥补胶州湾精细尺度生物多样性资料的空缺; 与此同时, 有关部门应制定相应的渔业管理措施, 对胶州湾非法、违规捕捞方式加以限制, 实现对该物种的有效保护。另外, 作为栖息于生态环境敏感区域的易危物种, 胶州湾长体刺虾虎鱼为保护生物学和微生境研究提供了良好的研究材料, 未来研究应着力开发其成为胶州湾滩涂及海洋公园旗舰种和生态指示种的潜在价值。

参 考 文 献

- CHEN Y Y. Study of international small-scale fisheries management. Master's Thesis of Shanghai Ocean University, 2014 [陈园园. 小型渔业管理国际比较研究. 上海海洋大学硕士研究生学位论文, 2014]
- Codification committee of local historiography of Shandong Province. Shandong Provincial Chronicles·Ocean. Beijing: China Ocean Press, 1993 [山东省地方志编纂委员会. 山东省志·海洋志. 北京: 海洋出版社, 1993]
- FANG P W, POISSONS DE CHINE DE M. Ho: Description de cinq especes et deux sous-especes nouvelles. Bulletin de la Societe Zoologique de France, 1942, 67: 79–85 (In French)
- GUO J Z, CHEN Z Z, TIAN Y J, *et al.* Species composition and diversity of fish community in Jiaozhou Bay. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(19): 7002–7013 [郭建忠, 陈作志, 田永军, 等. 胶州湾海域鱼类群落种类组成及多样性. 生态学报, 2019, 39(19): 7002–7013]
- HAN D Y, XUE Y, JI Y P, *et al.* Trophic and spatial niche of five gobiid fishes in Jiaozhou Bay. Journal of Fishery Sciences of China, 2013, 20(1): 148–156 [韩东燕, 薛莹, 纪毓鹏, 等. 胶州湾 5 种虾虎鱼类的营养和空间生态位. 中国水产科学, 2013, 20(1): 148–156]
- HEBERT P D N, CYWINSKA A, BALL S L, *et al.* Biological identifications through DNA barcodes. Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences, 2003, 270(1512): 313–321
- HENMI Y, INUI R, GOTO R, *et al.* First record of *Gymnogobius macrognathos* on Akkeshi mud flat, Hokkaido, Japan and utilization of *Upogebia major* burrows. Japanese Journal of Ichthyology, 2018, 65(2): 199–203 (In Japanese)
- JEON H B, CHOI S H, SUK H Y. Exploring the utility of partial cytochrome c oxidase subunit 1 for DNA barcoding of gobies. Animal Systematics, Evolution and Diversity, 2012, 28(4): 269–278
- KIM I C, KWEON H S, KIM Y J, *et al.* The complete mitochondrial genome of the javeline goby *Acanthogobius hasta* (Perciformes, Gobiidae) and phylogenetic considerations. Gene, 2004, 336(2): 147–153
- LI S J, GAO L. Ecosystem service values for 4 periods and ecological function zoning of coastal wetlands on north shore of Jiaozhou Bay. Wetland Science, 2020, 18(2): 129–140 [李淑娟, 高琳. 胶州湾北岸滨海地区 4 个时期生态系统服务价值和生态功能区划分研究. 湿地科学, 2020, 18(2): 129–140]
- LIU R Y. Ecology and living resources of Jiaozhou Bay. Beijing: Science Press, 1992 [刘瑞玉. 胶州湾生态学和生物资源. 北京: 科学出版社, 1992]
- LIU Y W. Preliminary study on biological characteristics of *Amoya pflaumi* in Jiaozhou Bay. Master's Thesis of Ocean University of China, 2013 [刘元文. 胶州湾普氏缢虾虎鱼生物学特性的初步研究. 中国海洋大学硕士研究生学位论文, 2013]
- NI Y, WU H L. Two new species of the genera *Aboma* and *Acanthogobius* from China. Journal of Fisheries of China, 1985, 9(4): 383–388 [倪勇, 伍汉霖. 中国阿葡虾虎鱼属和刺虾虎鱼属的两新种. 水产学报, 1985, 9(4): 383–388]
- Office of local chronicles compilation of Qingdao. Qingdao Chronicles·Ocean. Beijing: Xinhua Publishing House, 1997 [青岛市史志办公室. 青岛市志·海洋志. 北京: 新华出版社, 1997]
- PIAO C H. The geographical features and fish biodiversity investigation in the Jiaozhou Bay and its neighboring waters. Master's Thesis of Ocean University of China, 2005 [朴成华. 胶州湾及其邻近水域的地理学特征与渔业生物多样性的调查研究. 中国海洋大学硕士研究生学位论文, 2005]

- QIN P, ZHANG Z H, LIU Q. Influences of anthropogenic disturbance on coastal urban wetland: Taking Qingdao City for example. *Urban Problems*, 2020(3): 4–12 [秦鹏, 张志辉, 刘庆. 人为扰动对滨海城市湿地演变的影响——以青岛市为例. *城市问题*, 2020(3): 4–12]
- SHIBUKAWA K, TAKI Y. Review of the East Asian Gobiid genus *Chaeturichthys* (Teleostei: Perciformes: Gobioidae), with description of a new species. *Bulletin of the National Museum of Nature and Science, Series A Zoology*, 2013, Suppl.7: 31–51
- THACKER C E. Molecular phylogeny of the gobioid fishes (Teleostei: Perciformes: Gobioidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 2003, 26(3): 354–368
- WANG L J, WU Z H, LIU M X, *et al.* DNA barcoding of marine fish species from Rongcheng Bay, China. *PeerJ*, 2018, 6: e5013
- WANG S, XIE Y. China species red list. Vol. I Red List. Beijing: Higher Education Press, 2004 [汪松, 解焱. 中国物种红色名录-第一卷-红色名录. 北京: 高等教育出版社, 2004]
- WO J, XU B D, XUE Y, *et al.* Temporo-spatial heterogeneity of dominant fish species in the Jiaozhou Bay community. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2017, 24(5): 1091–1098 [沃佳, 徐宾铎, 薛莹, 等. 胶州湾鱼类群落优势种组成的时空变化. *中国水产科学*, 2017, 24(5): 1091–1098]
- WU H L, ZHONG J S. Fauna sinica. Ostichthyces. Perciformes (V). Gobioidae. Beijing: Science Press, 2008 [伍汉霖, 钟俊生. 中国动物志. 硬骨鱼纲. 鲈形目. 五, 虾虎鱼亚目. 北京: 科学出版社, 2008]
- XIONG M S, WU Z L, TANG Y, *et al.* Characteristics of small-scale coastal fisheries in China and suggested improvements in management strategies: A case study from Shengsi County in Zhejiang Province. *Frontiers in Marine Science*, 2022, 9: 811382
- XU B D, ZENG H H, XUE Y, *et al.* Community structure and species diversity of fish assemblage in the coastal waters of Jiaozhou Bay. *Acta Ecologica Sinica*, 2013, 33(10): 3074–3082 [徐宾铎, 曾慧慧, 薛莹, 等. 胶州湾近岸浅水区鱼类群落结构及多样性. *生态学报*, 2013, 33(10): 3074–3082]
- XU B D, ZHANG F, MEI C, *et al.* Characteristics of fish community structure in the central Jiaozhou Bay in spring and summer. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2010, 21(6): 1558–1564 [徐宾铎, 张帆, 梅春, 等. 胶州湾中部海域春、夏季鱼类群落结构特征. *应用生态学报*, 2010, 21(6): 1558–1564]
- YANG H, LI G Q, ZHOU Y, *et al.* Tidal zone dynamics in Jiaozhou Bay in recent 30 years. *Journal of Applied Oceanography*, 2018, 37(2): 294–300 [杨慧, 李国庆, 周越, 等. 近 30a 来胶州湾潮间带动态变化分析. *应用海洋学学报*, 2018, 37(2): 294–300]
- ZENG H H, XU B D, XUE Y, *et al.* Study on fish species composition and seasonal variation in the shallow waters of Jiaozhou Bay. *Periodical of Ocean University of China*, 2012, 42(S1): 67–74 [曾慧慧, 徐宾铎, 薛莹, 等. 胶州湾浅水区鱼类种类组成及其季节变化. *中国海洋大学学报(自然科学版)*, 2012, 42(S1): 67–74]
- ZENG X Q, LIU M T. 100 kinds of marine life around Qingdao people. Qingdao: Qingdao Publishing House, 2017 [曾晓起, 刘梦坛. 100 种青岛人身边的海洋生物. 青岛: 青岛出版社, 2017]
- ZENG X Q, PIAO C H, JIANG W, *et al.* Biodiversity investigation in Jiaozhou Bay and neighbouring waters. *Periodical of Ocean University of China*, 2004, 34(6): 977–982 [曾晓起, 朴成华, 姜伟, 等. 胶州湾及其邻近水域渔业生物多样性的调查研究. *中国海洋大学学报(自然科学版)*, 2004, 34(6): 977–982]
- ZHAI L, HAN D Y, FU D J, *et al.* Fish community structure and the relationship with environmental factors in Jiaozhou Bay and adjacent waters. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2014, 21(4): 810–821 [翟璐, 韩东燕, 傅道军, 等. 胶州湾及其邻近海域鱼类群落结构及与环境因子的关系. *中国水产科学*, 2014, 21(4): 810–821]
- ZHANG J X, ZUO T, ZUO M, *et al.* Seasonal biodiversity of fishery resources by set net in the intertidal zone to the southwest of the Yellow River Estuary. *Progress in Fishery Sciences*, 2023, 44(2): 10–19 [张家旭, 左涛, 左明, 等. 基于生计渔业调查的黄河口西南侧潮间带渔业生物多样性及其季节变化. *渔业科学进展*, 2023, 44(2): 10–19]
- ZHANG S X. The study on the problem and countermeasure of beach management of Jiaozhou Bay in Qingdao. Master's Thesis of Ocean University of China, 2013 [张顺香. 青岛市胶州湾滩涂管理问题与对策研究. 中国海洋大学硕士研究生学位论文, 2013]
- ZHANG Z Y, ZHANG Z W, ZHU F, *et al.* Complete mitochondrial genome and phylogenetic analysis of *Acanthogobius hasta* from the lower reaches of the Yangtze River. *Mitochondrial DNA Part B-Resources*, 2019, 4(1): 965–966
- ZHENG J, GAO W Y, SUN Z C, *et al.* The complete mitochondrial genome of *Acanthogobius stigmethon* (Perciformes, Gobiidae). *Mitochondrial DNA Part B-Resources*, 2020, 5(3): 2888–2889

Species Identification of the Subsistence Fishery Catch “Hao Gen” Fish from the Tidal Flats of Jiaozhou Bay

LI Ang¹, AN Changting¹, LI Yuqiang², LIU Lebin², LIU Shufang^{1①}, ZHUANG Zhimeng¹

(1. State Key Laboratory of Mariculture Biobreeding and Sustainable Goods, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071, China; 2. Qingdao Marine Conservation Society, Qingdao 266000, China)

Abstract “Hao Gen” is a common name for a small fish inhabiting the tidal flat of Jiaozhou Bay of the Yellow Sea. It is a target catch of a traditional subsistence fishery in Qingdao (Shandong, China), focusing on a single fish species, and is a famous specialty seafood of Jiaozhou Bay. However, the taxonomic classification and scientific name of “Hao Gen” have long been unclear. Recently, the catch of “Hao Gen” has continuously declined, indicating that its resources may be under threat. In this study, taxonomic identification using morphological methods and DNA barcoding technology was conducted to clarify the species identification and distribution information of “Hao Gen”. Ten “Hao Gen” fish samples were collected from a traditional fishing area of the tidal flat in the northern part of Jiaozhou Bay in April 2023. In the morphological study, seven countable traits (spine and ray numbers of dorsal fin and anal fin, pectoral fin ray numbers, longitudinal scales, rows of scales, scales before dorsal fin, and vertebrae numbers) and eight measurable characteristics (body length, body depth, head length, snout length, eye diameter, interorbital space, and caudal peduncle length and height) were selected and used for the quantitative analysis of samples. By comparing with historical literature records, the species was preliminarily identified as *Acanthogobius elongatus* (Fang, 1942). We examined the DNA barcode fragment with 542 bp of the mitochondrial *cytochrome c oxidase subunit I* (*CO I*) gene of all samples. Six haplotypes were obtained, and all sequences were submitted to the GenBank database (Accession numbers: PQ407566–PQ407571). BLAST searches were performed to identify similar sequences in the GenBank. The comparative analysis and species identification also included homologous sequences from closely related species. Phylogenetic relationships among eight species of the family Gobiidae were reconstructed by MEGA X using the maximum likelihood (ML) method based on the best-selected model Jukes-Cantor. The net genetic distance was calculated based on the Kimura 2-parameter (K2P) model. The results indicated that all DNA barcode sequences of the “Hao Gen” samples showed a high degree of similarity to the homologous sequences of the species *A. elongatus*, and the genetic distance between them was at the intraspecific level. In the phylogenetic tree, all the “Hao Gen” samples clustered with DNA barcode sequences of *A. elongatus*, published in GenBank. The results of morphological and DNA barcoding analysis were consistent, indicating that the “Hao Gen” samples could be identified as *A. elongatus*. According to the literature, the species of *A. elongatus* is distributed along the coast from Liaoning to Zhejiang in China, as well as the west coast of the Korean Peninsula, and it often inhabits the brackish waters of river estuaries. The species is classified as vulnerable and included in the “China Red List of Species”. In this study, the effective identification of “Hao Gen” fish and the first record of *A. elongatus* in Jiaozhou Bay address the long-standing issue of limited scientific understanding of the subsistence fishery catch species. These findings enhance the knowledge of fish diversity in Jiaozhou Bay and provide a scientific basis for the conservation of fishery resources and improving fisheries management in the area.

Key words “Hao Gen” fish; Jiaozhou Bay; Subsistence fishery; DNA barcoding; Species identification; *Acanthogobius elongatus*

① Corresponding author: LIU Shufang, Email: liusf@ysfri.ac.cn