

黄海中南部狮子鱼种类的分析*

杨涛^{1,2,3} 单秀娟^{2,3①} 陈云龙^{2,3,4} 戴芳群^{2,3} 周志鹏²

(1. 上海海洋大学海洋科学学院 上海 201306; 2. 农业部海洋渔业可持续发展重点实验室 山东省渔业资源与生态环境重点实验室 中国水产科学研究院黄海水产研究所 青岛 266071; 3. 青岛海洋科学与技术国家实验室 海洋渔业科学与食物产出过程功能实验室 青岛 266071; 4. 中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

摘要 基于在黄海中南部海域采集的23尾体色花纹各异的狮子鱼标本,利用形态学和线粒体DNA细胞色素氧化酶I亚基因(CO I)相结合的方法,对黄海中南部海域狮子鱼种类进行了分析。结果显示,22尾标本在可数性状和可量性状,如背鳍、尾鳍、臀鳍、胸鳍、幽门盲囊、头长/体长、头长/吻长、眼间隔/眼径、体高/体长等,属于细纹狮子鱼的范畴。其中4尾标本体表覆盖明显黑褐色横斑。5尾体表覆盖不规则斑纹,眼部存在放射性白色条带,头部及尾部存在明显的纵纹。9尾在头部或体侧具有褐色或者黑褐色细点,臀鳍黑色,尾鳍基部有1白斑。4尾体表尾红褐色,具有纵行细纹,背鳍、尾鳍、臀鳍及胸鳍外缘灰黑色;另1尾根据可数性状判断,其属于网纹狮子鱼,头部和体背部具有大小不等的白色小圆斑,尾长形、后端圆凸,背鳍基部两侧具有6-7个密集的斑点。CO I分析也具有相同的结果,其中22尾细纹狮子鱼之间的遗传距离为0.002-0.003,与网纹狮子鱼的遗传距离为0.134,与其他种类如戴氏狮子鱼、细尾狮子鱼、光皮狮子鱼等的遗传距离较近,为0.057-0.067。

关键词 狮子鱼; 形态学特征; 细胞色素氧化酶I亚基因(CO I); 黄海中南部

中图分类号 Q938.08 **文献标识码** A **文章编号** 2095-9869(2015)05-0019-07

狮子鱼类属于硬骨鱼纲(Osteichthyes)、鲉形目(Scorpaeniformes)、狮子鱼科(Liparidae),其种类非常丰富,包括31个属,350余种(Orr, 2004; Chernova *et al.*, 2004; Balushkin, 2012)。分布范围极其广泛,从温带到极地,从潮间带至超深渊海域(Chernova *et al.*, 2004; Fujii *et al.*, 2010),主要分布于北太平洋、南大洋以及极地海域,在热带水域、温带和亚热带深水区域亦有分布,但多为地方特有种(Stein *et al.*, 2001)。狮子鱼类的常见种多属于短吻狮子鱼属(*Careproctus*)、狮子鱼属(*Liparis*)、副狮子鱼属(*Paraliparis*)和瘦狮子鱼属(*Pseudnos*)等属的种类。在我国狮子鱼科有2属7种(Kido, 1985; 成庆泰等, 1987; 刘禅馨, 1987; Chernova *et al.*, 2004),其中黄渤海有1属5种,包括细纹狮子

鱼(*Liparis tanakae*)、网纹狮子鱼(*Liparis chefuensis*)、点纹狮子鱼(*Liparis newmani*)、斑纹狮子鱼(*Liparis zonatus*)、河北狮子鱼(*Liparis petschiliensis*)。目前,随着黄渤海经济渔业种类资源的衰退,狮子鱼类成为黄渤海大海洋生态系统中的优势种类(Jin *et al.*, 2010),国内学者围绕黄渤海狮子鱼类的研究也广泛开展,如摄食习性(姜卫民, 1996; 薛莹等, 2010; Jin *et al.*, 2010; 张波等, 2011)、生物学特征及其资源动态(陈大刚, 1991; 周志鹏等, 2012; 单秀娟等, 2014)、种群结构(陈云龙等, 2013)等。近年来,在黄海调查中发现,狮子鱼类存在部分体型类似,但是体表花纹各异的个体,在以往狮子鱼类形态学特征记录中并未发现相关的描述(张春霖等, 1955; 朱元鼎等, 1963; 刘禅馨等,

* 国家重点基础研究发展计划(2015CB453303)、国家国际科技合作专项项目(2013DFA31410)和山东省泰山学者专项基金共同资助。杨涛, E-mail: yangt_fish@126.com

① 通讯作者: 单秀娟, 副研究员, E-mail: shanxj@ysfri.ac.cn

收稿日期: 2014-10-09, 收修改稿日期: 2015-01-05

1987)。因此,本研究基于黄海调查中获得的外表花纹各异的狮子鱼类标本,对其可数和可量性状进行测定,对其体表特征进行描述。同时,结合线粒体 DNA 细胞色素氧化酶 I 亚基因(CO I),对其种类归属进行鉴定,旨在为黄海狮子鱼类生态学研究提供分类学依据。

1 材料与方法

1.1 样品来源

本研究的样品为 2011 年黄海调查期间获取的体色各异的狮子鱼类标本,共 23 尾(编号为 S1-S23)。其中 12 尾标本酒精保存,11 尾标本冷藏保存,分别用于形态和分子鉴定。标本的体长范围为 70-295 mm。

1.2 分析方法

1.2.1 形态学特征 参考黄渤海鱼类调查报告(张春霖等,1955)、东海鱼类志(朱元鼎等,1963)、中国鱼类系统检索(成庆泰等,1987)、辽宁动物志:鱼类(刘禅馨等,1987)对狮子鱼类标本进行形态学鉴定,记录背鳍、胸鳍、臀鳍、尾鳍、幽门盲囊的数目,测量体长、体高、眼径、头长、吻长、眼间隔等,并对其体表花纹进行描述。

1.2.2 遗传学特征 采用标准酚/氯仿法提取狮子鱼样本的 DNA。选择 CO I 基因作为分子鉴定的目标基因,鱼类 CO I 通用引物设计参照 Ward 等(2005),由上海生工合成,引物序列为 F1 和 R1(表 1)。

表 1 实验所用引物及其序列

Tab.1 Primer sequences used for the PCR analysis

引物名称 Primers	引物序列 Nucleotide sequence(5'-3')
F1	TCAACCAACCACAAAGACATTGGCAC
R1	TAGACTTCTGGGTGGCCAAAGAATCA

PCR 反应体系为 25 μ l:10 \times 缓冲液 2.5 μ l;2.5 mmol/L dNTPs 2 μ l; 10 μ mol/L 引物 F1 和 R1 各 0.5 μ l; *Taq* DNA 聚合酶 0.125 U,总 DNA 的量为 50 ng。采用升式 PCR 反应程序:53 $^{\circ}$ C 退火 8 个循环;54 $^{\circ}$ C 退火 8 个循环;55 $^{\circ}$ C 退火 16 个循环。将 PCR 产物进行测序,测序公司为上海生工。

1.2.3 种间遗传距离分析 从 GenBank 基因库下载狮子鱼科 17 种狮子鱼的 CO I 序列(表 2)。

所得测序结果用 NCBI 的 Blast 工具(<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/blast/blast.cgi>)进行相似性检索,确认实验所得序列为目的片段。利用 ClustalW2 软件对

表 2 17 种狮子鱼类 CO 序列

Tab.2 The CO sequences of 17 Liparidae species

物种 Species	拉丁学名 Scientific name	引用序列号 Reference sequences
细纹狮子鱼	<i>L. tanakae</i>	JF952785
斑点狮子鱼	<i>L. callyodon</i>	HQ712548
格林兰狮子鱼	<i>L. tunicatus</i>	HM421759
细尾狮子鱼	<i>L. gibbus</i>	HM421753
美狮子鱼	<i>L. pulchellus</i>	FJ164725
戴氏狮子鱼	<i>L. dennyi</i>	FJ164720
弗氏狮子鱼	<i>L. floriae</i>	GU440375
光皮狮子鱼	<i>L. fucensis</i>	GU440376
纵带狮子鱼	<i>L. mucosus</i>	EU403074
蝌蚪狮子鱼	<i>L. fabricii</i>	HQ712550
网纹狮子鱼	<i>L. chefuensis</i>	JQ738424
须吻狮子鱼	<i>Rhinoliparis barbulifer</i>	GU440505
蜂巢短吻狮子鱼	<i>Careproctus cypselurus</i>	FJ164439
喉肛狮子鱼	<i>Nectoliparis pelagicus</i>	FJ164906
圆胸副狮子鱼	<i>Paraliparis pectoralis</i>	FJ164977
短尾微盘狮子鱼	<i>Elassodiscus caudatus</i>	FJ164562
细鳍短吻狮子鱼	<i>Careproctus rastrinus</i>	JF952697

本研究所得序列和 GenBank 下载的相关序列进行排序,并辅以手工校正,去除边缘序列。用 MEGA 4.0 计算序列的碱基组成、种内和种间遗传距离。种间的平均遗传距离用 Kimura 双参数模型进行估算。

2 结果与讨论

2.1 形态学特征

从狮子鱼标本的可数性状和可量性状来看,如背鳍、尾鳍、臀鳍、胸鳍、幽门盲囊、头长/体长、头长/吻长、眼间隔/眼径、体高/体长等,有 22 尾属于细纹狮子鱼(表 3),其中 5 尾体表覆盖不规则斑纹,眼部存在放射性白色条带,头部及尾部存在明显的纵纹(图 1a),4 尾标本体表覆盖明显黑褐色横斑(图 1b),9 尾在头部或体侧具有褐色或者黑褐色细点,臀鳍黑色,尾鳍基部有 1 白斑(图 1c, e),4 尾体表红褐色,具有纵行细纹,背鳍、尾鳍、臀鳍及腹鳍期末外缘灰黑色(图 1d);另 1 尾属于网纹狮子鱼,其头部和体背部具有大小不等的白色小圆斑,尾长形、后端圆凸,背鳍基部两侧具有 6-7 个密集的斑点(表 3, 图 1f)。目前,黄海狮子鱼种类以细纹狮子鱼为主。本次获得的狮子鱼标本体表体色特征与文献资料记录中的差别较大,并且不同年代和不同海域的狮子鱼体表体色特征会有所不同,甚至差异明显,部分可数和可量性

状也有少量差异(张春霖等, 1955; 朱元鼎等, 1963; 成庆泰等, 1987; 刘禅馨等, 1987)。如细纹狮子鱼的斑纹形态和以前记录中的横纹形态差异较大, 并且体长相近时体色花纹各异。同一群体中不同个体的体色, 也可能因健康状况、性别以及生活环境等因素的不同而表现出不同(易新文, 2012¹⁾; 王成辉, 2012), 黄海细纹狮子鱼的这种体色及体表花纹的变异可能与其周围环境、营养状况及其不同的发育时期有关, 但这需要进一步研究证实。在调查中发现, 细纹狮子鱼可能还存在变色的情况, 少数个体刚捕获时全身表皮近透明状, 死亡后 1–2 h, 背鳍及背鳍基部变为褐色, 腹部变为黄色。另外, 由于细纹狮子鱼形态 b(图 1b)、形态 c(图 1c)和形态 e(图 1e)分别与斑纹狮子鱼和点纹狮子鱼的体色特征十分相近, 可能会导致调查过程种类的误判。

2.2 遗传学特征及种间遗传距离分析

CO I 条码序列能够有效的用于鱼类物种的鉴别和鱼类形态学分类系统的补充和修订(王中锋等, 2009), 在形态学特征鉴定与分子辅助分类相结合的

分类研究中已被广泛运用(柳淑芳等, 2010), 李渊等(2014)通过对福建省沿海鳎属鱼类标本的形态特征及线粒体 CO I 基因片段序列的研究, 发现该研究标本为福建沿海鳎属鱼类新纪录种—中国鳎, 张馨月等(2014)运用 CO I 基因 DNA 序列标记对我国西南大洋远洋渔业的部分渔获物鱼种的形态学鉴定结果进行分析, 发现智利长吻鳎属于长吻鳎属, 并选择 *Dipturus chilensis* 为其有效名。本研究采用 ClustalW2 对狮子鱼标本的 23 个 CO I 部分序列和 17 个已发表狮子鱼科鱼类 CO I 同源序列进行聚类 and 排序, 保留同源序列, 长度为 650–652 bp。利用 MEGA 4.0, 所有样本共检测到 3 个单倍型: S1、S3、S4、S9、S20、S22 为单倍型 I, S5–S8、S10–S19、S21 为单倍型 II, S2 为单倍型 III, 其中单倍型 I、II 与单倍型 III 差异较大。分析其 CO I 基因片段核苷酸组成, 4 种碱基的含量比例相近(图 2)。G 含量最低(17.8%, 18.1%), A+T 的含量(52.9%, 55.4%)均高于 G+C 含量(47.1%, 44.6%)。狮子鱼科平均碱基含量比例分别为 A: 23.1%, T: 31.4%, C: 27.7%, G: 17.8%。

结合形态学特征, 可确定单倍型 III 即样本 S2 单



图 1 狮子鱼样品的体表特征(a–f 分别为不同体表特征的狮子鱼个体)

Fig.1 Body characteristics of Liparidae specimens(a–f individuals represent Liparidae specimens with different body surface characteristics)

1) 易新文. 饲料营养影响大黄鱼体色的初步研究. 中国海洋大学硕士研究生学位论文, 2012, 1–8

表 3 狮子鱼标本的形态学特征
Tab.3 Morphological characteristics of Liparidae specimens

编号 Number	体长 Body length (mm)	体表特征 Body characteristics	胸鳍 Pectoral fin	臀鳍 Anal fin	背鳍 Dorsal fin	尾鳍 Caudal fin	幽门盲囊 Pyloric caecum	头长/体长 Head length/Body length	体高/体长 Body depth/Body length	头长/吻长 Head length/Snout length	眼间隔/眼径 Interorbital space/Eye diameter
S1-S4	112-256	体表覆盖明显黑褐色横斑(图 1b)The surface of body is covered with transverse spots which are clear and black brown (Fig.1 b)	43-45	34-35	42-43	10-11, 长方形, 后端截形 Rectangle, posterior part of caudal fin truncated	54-55	0.23-0.25	0.21-0.23	2.4-2.5	3.1-3.5
S5-S9	110-246	体表具有不规则斑纹, 眼部存在放射性白色条带, 头部及尾部存在明显纵纹(图 1a) There are irregular dapples on the surface of the body, white radioactive stripes in margin of eye and clear longitudinal lines in the head and the caudal of body (Fig.1 a)	43-44	34-35	42-43	10-11, 长方形, 后端截形 Rectangle, posterior part of caudal fin truncated	54-56	0.23-0.24	0.22-0.23	2.5-2.6	3.6-3.9
S10-S13, S17, S19-S23	125-295	头及体侧具褐色或黑褐色细点, 臀鳍黑色, 尾鳍基部有 1 白斑(图 1c, e)There are many thin points in the head and both sides of the body which are brown or dark brown and a white spot in the base of the caudal fin; the anal fin is black (Fig.1 c, e)	44-45	34-35	42-43	10-11, 长方形, 后端截形 Rectangle, posterior part of caudal fin truncated	54-55	0.25-0.26	0.21-0.24	2.4-2.6	3.2-3.8
S14-S16, S18	108-274	体表为红褐色, 头、体具有许多纵行细纹, 背鳍、尾鳍、臀鳍及胸鳍鳍膜外缘灰黑色(图 1d)The surface of the body is red brown; there are many thin longitudinal patterns in head and body; outer margin of membrane of dorsal, caudal, anal and pectoral fin are black ((Fig.1 d)	43-46	34-35	42-43	10-11, 长方形, 后端截形 Rectangle, posterior part of caudal fin truncated	55-56	0.23-0.24	0.21-0.23	2.4-2.5	3.1-3.6
S2	70	头及体背部有很多大小不相等的白色圆斑, 背鳍基部两侧存在 6-7 个斑点, (图 1f) There are many unequal white round spots in the head and back of body and 6-7 spots in both sides of the base part of dorsal fin (Fig.1 f)	37	30	36	13, 长方形, 后圆凸形 Rectangle, posterior part of caudal fin rotund and convex	14	0.23	0.24	3.4	2.76

表 4 狮子鱼科 16 种鱼两两比对的种间、种内遗传距离
Tab.4 Genetic distance within-species and pairwise-species in 16 Liparidae species

物种 Species	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
细纹狮子鱼 <i>L. tanakae</i> (JF952785)	0.002																		
单倍型 I	0.002	0.003																	
单倍型 II	0.002	0.003	0.003																
单倍型 III	0.134	0.134	0.136	0.132															
斑点狮子鱼 <i>L. callyodon</i> (HQ712548)	0.117	0.119	0.119	0.115	0.139														
格林兰狮子鱼 <i>L. tuniatus</i> (HM421759)	0.090	0.092	0.092	0.088	0.142	0.121													
蝌蚪狮子鱼 <i>L. fabricii</i> (HQ712550)	0.880	0.090	0.090	0.086	0.138	0.119	0.014												
细尾狮子鱼 <i>L. gibbus</i> (HM421753)	0.066	0.067	0.067	0.064	0.132	0.113	0.055	0.053											
美狮子鱼 <i>L. pulchellus</i> (FJ164725)	0.119	0.121	0.121	0.121	0.151	0.154	0.123	0.115	0.123										
戴氏狮子鱼 <i>L. demmyi</i> (FJ164720)	0.060	0.062	0.062	0.059	0.134	0.111	0.056	0.055	0.008	0.121									
弗氏狮子鱼 <i>L. floriae</i> (GU440375)	0.136	0.134	0.138	0.134	0.136	0.101	0.130	0.126	0.128	0.158	0.128								
光皮狮子鱼 <i>L. fucensis</i> (GU440376)	0.059	0.060	0.060	0.057	0.134	0.113	0.058	0.056	0.009	0.123	0.002	0.130							
纵带狮子鱼 <i>L. mucosus</i> (EU403074)	0.148	0.148	0.150	0.146	0.164	0.145	0.127	0.121	0.142	0.130	0.136	0.159	0.138						
喉肛狮子鱼 <i>N. pelagicus</i> (FJ164906)	0.164	0.166	0.166	0.166	0.214	0.169	0.165	0.161	0.157	0.173	0.159	0.175	0.161	0.201					
蜂巢短吻狮子鱼 <i>C. cypselurus</i> (FJ164439)	0.156	0.158	0.158	0.154	0.169	0.150	0.148	0.140	0.152	0.167	0.154	0.166	0.156	0.159	0.168				
细鳍短吻狮子鱼 <i>C. rastrinus</i> (JF952697)	0.158	0.160	0.160	0.160	0.155	0.140	0.142	0.142	0.142	0.162	0.164	0.164	0.139	0.166	0.164	0.172	0.104		
圆胸副狮子鱼 <i>P. pectoralis</i> (FJ164977)	0.163	0.160	0.164	0.160	0.163	0.137	0.144	0.142	0.146	0.159	0.148	0.141	0.150	0.168	0.180	0.114	0.131		
短尾微盘狮子鱼 <i>E. caudatus</i> (FJ164562)	0.156	0.158	0.158	0.158	0.156	0.122	0.146	0.138	0.158	0.165	0.160	0.139	0.162	0.161	0.166	0.099	0.069	0.119	
须吻狮子鱼 <i>R. barbulifer</i> (GU440505)	0.144	0.146	0.146	0.142	0.157	0.126	0.124	0.121	0.136	0.157	0.138	0.137	0.140	0.157	0.155	0.100	0.119	0.097	0.111

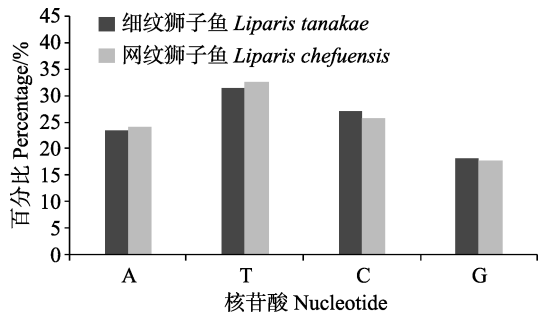


图2 细纹狮子鱼与网纹狮子鱼 CO I 基因片段的核苷酸组成

Fig.2 Nucleotide composition of partial sequences of CO I gene of *L. tanakae* and *L. chefuensis*

独为一种,即为网纹狮子鱼;单倍型 I 及单倍型 II 与已记录的细纹狮子鱼形态学特征存在少量差异。Herbert 等(2003)通过对动物界 11 个动物门的 13320 个物种分析认为,绝大多数种内遗传距离低于 0.020,大部分低于 0.010。本研究采用 MEGA 4.0,基于 Kimura-2-parameter 计算 16 种狮子鱼科鱼类的种内和种间遗传距离。单倍型 I、单倍型 II、细纹狮子鱼(JF952785)两两间的遗传距离为 0.002-0.003,远小于 0.020(Hebert *et al.*, 2003),即单倍型 I、单倍型 II 均为细纹狮子鱼。狮子鱼属内的种间遗传距离为 0.002-0.164,平均 0.108,小于科内平均遗传距离。细纹狮子鱼的种内遗传距离为 0.002-0.003,其与网纹狮子鱼遗传平均距离为 0.134(表 4),与戴氏狮子鱼、细尾狮子鱼、光皮狮子鱼距离仅为 0.057-0.067,遗传距离最大为喉肛狮子鱼,0.214。

本研究中,细纹狮子鱼小个体(100-200 mm)体表存在多种花纹,与点纹狮子鱼、斑纹狮子鱼相似,但 CO I 鉴定均为细纹狮子鱼,并且细纹狮子鱼部分标本的可数和可量性状也与历史文献中略有差异,这是否与自然海域存在杂交个体或者鱼类长期对环境的适应有关,还需要进一步研究。

致谢:中国水产科学研究院黄海水产研究所柳淑芳研究员协助测定了分子生物学的数据,资源室的同仁协助取样,谨致谢忱。

参 考 文 献

- 王中锋,郭昱嵩,陈荣玲,等.南海常见硬骨鱼类 CO I 条形码序列.海洋与湖沼,2009,40(5):608-614
- 王成辉.鱼类体色变异的遗传基础研究进展简述.上海海洋大学学报,2012,21(5):737-742
- 成庆泰,郑葆珊.中国鱼类系统检索.北京:科学出版社,1987,483-487
- 朱元鼎,张春霖,成庆泰.东海鱼类志.北京:科学出版社,1963,491-505
- 刘蝉馨,秦克静.辽宁动物志:鱼类.大连:辽宁科学技术出版社,1987,409-414
- 李渊,张丽艳,宋普庆,等.福建省沿海鳉属(*Sillago*)鱼类新纪录种—中国鳉(*Sillago sinica* Gao and Xue, 2011).应用海洋学报,2014,33(4):546-552
- 张波,金显仕,戴芳群.黄海中南部细纹狮子鱼的摄食习性及其变化.水产学报,2011,35(8):1199-1207
- 张春霖,成庆泰,郑葆珊.黄渤海鱼类调查报告.北京:科学出版社,1955,266-272
- 张馨月,刘岩,张秀梅,等.基于 CO I 基因的西南大西洋部分经济鱼类 DNA 条形码鉴定.水生生物学报,2014,38(6):1161-1167
- 陈大刚.黄渤海渔业生态学.北京:海洋出版社,1991,383-386
- 陈云龙,单秀娟,周志鹏,等.黄海细纹狮子鱼种群特征的年际变化.生态学报,2013,33(19):6227-6235
- 周志鹏,金显仕,单秀娟,等.黄海中南部细纹狮子鱼的生物学特征及资源分布的季节变化.生态学报,2012,32(17):5550-5561
- 单秀娟,陈云龙,周志鹏,等.黄海中南部细纹狮子鱼繁殖生物学特征的年际变化.渔业科学进展,2014,35(3):1-8
- 柳淑芳,陈亮亮,戴芳群,等.基于线粒体 CO I 基因的 DNA 条形码在石首鱼科(Sciaenidae)鱼类系统分类中的应用.海洋与湖沼,2010,41(2):223-232
- 姜卫民.细纹狮子鱼的食性及其食物消耗量初探.中国水产科学,1996,3(3):8-15
- 薛莹,徐宾铨,高天翔,等.北黄海细纹狮子鱼摄食生态的初步研究.中国水产科学,2010,17(5):1066-1074
- Balushkin AV. Volodichthys gen. nov. new species of the primitive snailfish (Liparidae: Scorpaeniformes) of the southern hemisphere. Description of new species V. Solovjevae sp. nov. (Cooperation Sea, the Antarctic). J. Ichthyol, 2012, 52(1): 1-10
- Chernova NV, Stein DL, Andriashev AP. Family Liparidae Scopoli 1777-snailfishes. Calif Acad Sci Annotated Checklists of Fishes. 2004, 31: 1-72
- Fujii T, Jamieson AJ, Solan M, *et al.* A large aggregation of *Liparids* at 7703 meters and a reappraisal of the abundance and diversity of hadal fish. BioScience, 2010, 60(7): 506-515
- Hebert PD, Cywinsha A, Ball SL, *et al.* Biological identifications through DNA barcodes. Proc R Soc Lond B, 2003, 270(1512): 313-321
- Jin XS, Zhang B, Xue Y. The response of the diets of four carnivorous fishes to variations in the Yellow Sea ecosystem. Deep Sea Res. (II Top Stud Oceanogr), 2010, 57(11-12): 996-1000
- Kido K. New and rare species of the genus *Paraliparis* (family Liparidae) from southern Japan. Jpn J Ichthyol, 1985, 31(4): 362-368
- Orr JW. *Lopholiparis flerxi*: A new genus and species of snailfish

(Scorpaeniformes: Liparidae) from the Aleutian Islands, Alaska. Copeia, 2004, (3): 551–555
 Stein DL, Chernova NV, Andriashev AP. Snailfishes (Pisces: Liparidae) of Australia, Including Descriptions of Thirty

New Species. Rec Aust Mus, 2001, 53(3): 341–406
 Ward RD, Zemplak TS, Innes BH, *et al.* DNA barcoding Australia's fish species. Phil Trans R Soc B, 2005, 360: 1847–1857

(编辑 江润林)

Analysis of Liparidae Species in Central and Southern Yellow Sea

YANG Tao^{1,2,3}, SHAN Xiujuan^{2,3①}, CHEN Yunlong^{2,3,4}, DAI Fangqun^{2,3}, ZHOU Zhipeng²

(1. College of Marine Sciences, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306; 2. Key Laboratory of Sustainable Development of Marine Fisheries, Ministry of Agriculture; Shandong Provincial Key Laboratory of Fishery Resources and Ecological Environment, Yellow Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Qingdao 266071; 3. Function Laboratory for Marine Fisheries Science and Food Production Processes, Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, Qingdao 266071; 4. Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071)

Abstract To identify snailfish specimens collected in the central and southern Yellow Sea, both morphology method and cytochrome oxidase subunit gene I analysis were conducted in this paper. The results showed that 22 specimens were *Liparis tanakae* according to meristic and measurable characteristics, including the fin ray number of pectoral fin, anal fin, dorsal fin, caudal fin, the number of pyloric caecum, the ratios of head length/body length, body depth/body length, head length/snout length, interorbital space/eye diameter *etc.* In all *L. tanakae* specimens, 4 specimens were covered with obvious brown transverse spots. Five specimens had irregular spots, white radiation lines in ocular region, obvious longitudinal grain in the head and caudal fin. Nine specimens had the brown or black brown fine spots on the head and body side, one white patch in the base of caudal fin, and black anal fin. Another 4 specimens had reddish-brown with longitudinal striate, the fin membrane edge of dorsal fin, anal fin, pectoral fin, and caudal fin. There was one specimen belonged to *Liparis chefuensis* that had the irregular white spots in the head and body back, long caudal fin, the round convex at its back end, 6–7 dense spots in the two sides of the base of dorsal fin. These results were supported by the cytochrome oxidase subunit gene I analysis. The genetic distance between 22 *L. tanakae* specimens were 0.002–0.003, and the genetic distance between *L. tanakae* and *L. chefuensis* was 0.134. The genetic distance between *L. tanakae* and the other species, for example *L. dennyi*, *L. gibbus*, *L. fucensis* were 0.057–0.067. These findings indicated that Liparidae species in the Yellow Sea were mainly composed of *L. tanakae*.

Key words Liparidae species; Morphological characteristics; Cytochrome oxidase subunit gene I; Central and southern Yellow Sea

① Corresponding author: SHAN Xiujuan, E-mail: shanxj@ysfri.ac.cn