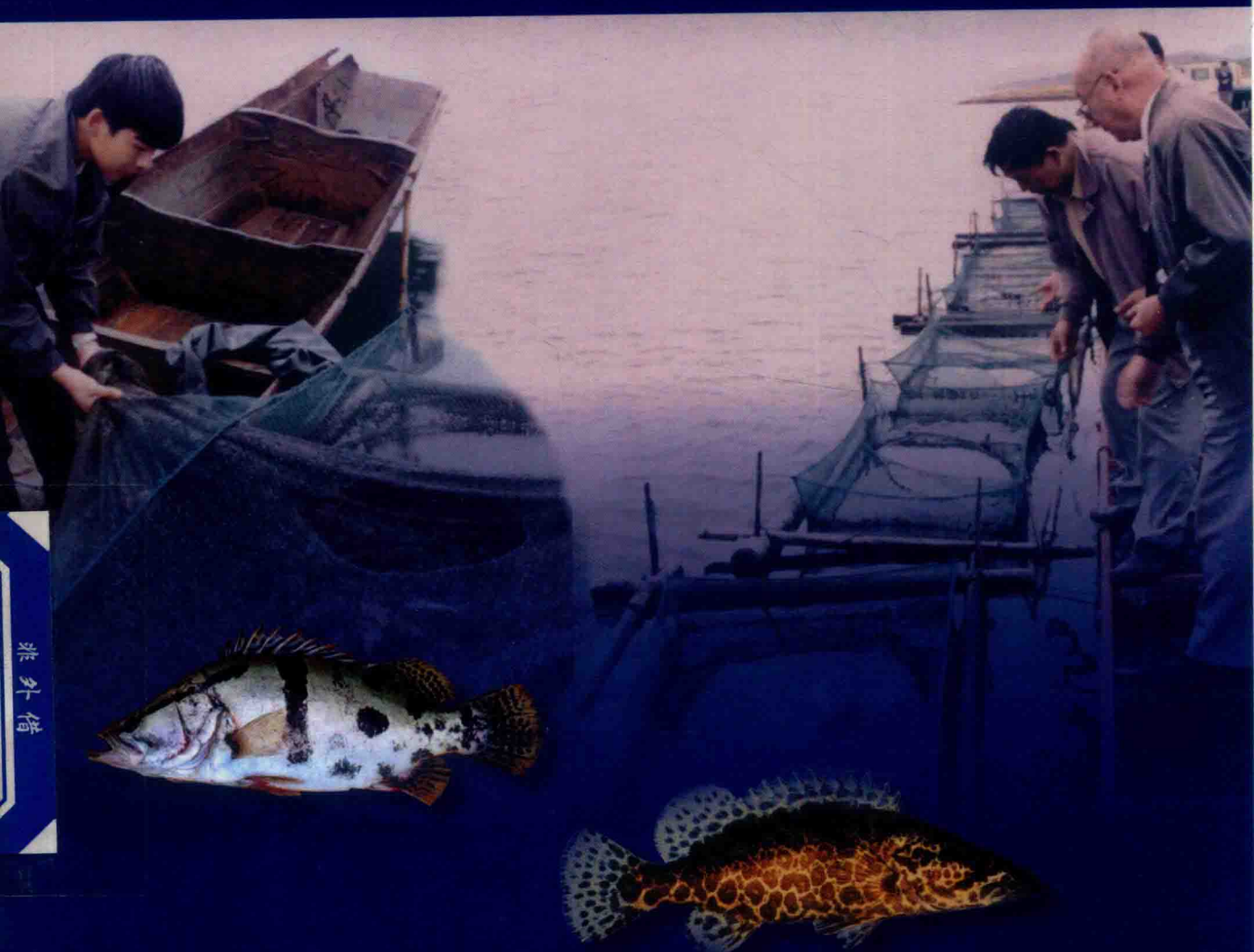


华中农业大学鳊鱼研究中心

鳊鱼遗传育种与 饲料养殖

梁旭方 何 珊 等 著



非
外
借



科学出版社

华中农业大学鳊鱼研究中心

鳊鱼遗传育种与饲料养殖

梁旭方 何 珊 等 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书全面系统地展现了我国对鳊鱼遗传育种与新品系培育、人工饲料与可控养殖技术体系的科研成果。全书共分 10 章,分别介绍了鳊鱼种类、分布与进化,鳊类基因组学研究与应用,鳊鱼遗传资源与育种,鳊鱼高效利用人工饲料配套品系培育,鳊鱼消化系统与神经系统,鳊鱼摄食感觉原理与食性驯化机制,鳊鱼人工饲料与诱食剂,鳊鱼开口饵料研发,鳊鱼池塘集约化控水生态养殖,以及鳊鱼人工饲料可控养殖与品牌营销等。

本书对我国农民增收和水产养殖业供给侧改革具有重要战略意义,可供我国从事鳊鱼水产养殖专业科技工作的有关学者和专业技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

鳊鱼遗传育种与饲料养殖/梁旭方,何珊等著. —北京:科学出版社, 2018. 12

ISBN 978-7-03-059372-6

I. ①鳊… II. ①梁… ②何… III. ①鳊鱼—淡水养殖 IV. ①S965.127

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 251631 号

责任编辑:罗 静 刘 晶 / 责任校对:平 娜

责任印制:张 伟 / 封面设计:图阅盛世

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京虎彩文化传播有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 12 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2018 年 12 月第一次印刷 印张:20 3/4

字数:489 000

定价:168.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

序

鳊鱼俗称“桂花鱼”“鳌花鱼”，其拉丁名意为“中国鲈”“花鲫鱼”，英文名意为“满大人鱼（中国鱼）”。鳊鱼是我国特有的淡水鱼珍品，外观靓丽，肉鲜味美，营养丰富。鳊鱼在国内外市场久盛不衰，20 世纪 80 年代改革开放初期即是我国出口创汇的拳头产品，经济价值非常高。

但这种鱼食性奇特，自开食起终生以活鱼虾为食，拒食人工饲料，这种现象在鱼类中十分罕见。从 20 世纪 50 年代开始，国内许多科研、生产单位，投入大量人力、物力、财力，研究鳊鱼人工饲料。国外学者也表现出极大兴趣，美国学者于 20 世纪 80 年代曾来华协作研究，日本学者从我国进口鳊鱼苗种进行养殖和繁育并单独开展鳊鱼饲料研究工作。但均因不能改变鳊鱼专食活鱼虾的奇特食性而失败，致使鳊鱼人工饲料养殖问题成为水产界世界级难题。

20 世纪 80 年代末开始，梁旭方博士开展了鳊鱼摄食机理的实验研究，揭示了鳊鱼拒食死饵与人工饲料的感觉生理机制，并据此创立了鳊鱼驯食人工饲料的原理与技术，制定了鳊鱼驯食人工饲料的技术规程与制备鳊鱼人工饲料的特殊工艺要求。1992 年在实验室水族箱中驯食鳊鱼摄食人工配合饲料成功。1993 年获首批武汉市“晨光计划”青年人才项目资助，通过改进鳊鱼人工饲料配方与工艺，在麻城浮桥河水库网箱中率先开展了人工饲料养殖鳊鱼小规模生产性试验，1993~1995 年连续三年获得了成功并通过了成果鉴定，专家组一致认为该项研究成果达到了国内外同类研究的领先水平。1998 年获批日本科技厅 STA Fellow 项目资助，与日本国家水产养殖研究所合作进行了鳊鱼摄食、代谢基因及其调控机理研究。2002 年开始通过比较研究我国鳊鱼不同种类、地理种群及个体对人工饲料摄食和利用效率及生长速度的差异，分析鉴定了鳊鱼生长、驯食、饲料利用等重要优良养殖性状基因标记，在广东、湖北等地筛选并建立了生长快、易驯食鳊鱼新品系核心育种群体。2008 年与广东省淡水鱼类种苗繁育中心合作，开始进行易驯食鳊鱼新品种的选育工作，在广东省海洋渔业科技推广项目、广州市科技计划项目、番禺区科技计划项目等资助下，通过从鳊鱼不同种群的个体筛选后备亲鱼用于鳊鱼人工繁育，并对其后代进行 5 代筛选，得到的保种群鳊鱼苗种对人工饲料摄食和利用效率及生长速度已经有明显提高，同时个体差异也有明显降低。2014 年主持选育生长性状优良的翘嘴鳊“华康 1 号”新品种并通过农业部水产原种和良种审定委员会的审定。2015 年与德国马普所（Max Planck Institute）合作，完成了翘嘴鳊等 4 种鳊亚科鱼类的全基因组测序和组装及功能注释工作。2016 年 3 月，梁旭方教授带领的鳊鱼团队获批正式组建华中农业大学鳊鱼研究中心，2016 年 5 月获批在华中农业大学建立农业部鳊鱼育种创新基地。

围绕建立鳊鱼人工饲料可控养殖技术体系这一产业化目标，梁旭方教授近 30 年来一直孜孜不倦。该书全面总结了梁旭方教授带领的鳊鱼团队基于鳊鱼品种与饲料配套优

选的独到创新思路。该书理论与实践应用密切结合，注重源头创新与产学研合作，适合于现代水产养殖研究工作者学习与参考，亦可供高等院校和中等院校生物学及农业、水产学科相关专业的研究生和本科生学习与参考。

刘建康

中国科学院院士
中国科学院水生生物研究所研究员
2017年1月

前 言

我自小与鳊鱼结缘，鳊鱼靓丽形态及优雅游姿与武汉周边常见淡水鱼迥异，大约 40 年前一个夏天的傍晚，我在长江边第一次钓上鳊鱼的惊喜情形至今仍记忆犹新。

鳊鱼是我国特有的淡水名贵鱼，2016 年全国鳊鱼产量超过 30 万吨，产值超过 200 亿元。国际市场上鳊鱼价格超过三文鱼（大西洋鲑），但出口市场需要的高品质鳊鱼产品一直供不应求。挪威三文鱼 2015 年产量为 140 万吨，基本上全部出口，三文鱼产业已成为挪威产值超过石油和天然气产业的第一大支柱产业。鳊鱼经济价值之大应超过冷水性的三文鱼，由于鳊鱼比三文鱼生长更快且适于养殖区域范围更广，与全球已十分成熟的三文鱼养殖产业相比，全球鳊鱼养殖产业发展空间还非常大。

鳊鱼这种鱼食性奇特，自开食起终生以活鱼虾为食，拒食人工饲料，这种现象在世界养殖鱼类中绝无仅有。目前，鳊鱼苗种培育与商品鱼养殖全程投喂适口活饵料鱼，不仅生产过程中适口活饵料鱼的稳定供应问题往往成为鳊鱼养殖生产成败以及养殖规模发展的关键制约因素，而且活饵料鱼在捕捞运输途中很易受伤染病，往往会携带病原并传染鳊鱼，导致鳊鱼病害频发与渔药滥用问题。借鉴挪威三文鱼发展成功模式，研发鳊鱼配合饲料及易驯食鳊鱼品系并配套推广，建立符合国际水产品质量标准的鳊鱼全程可控养殖生产技术体系，将形成堪比挪威三文鱼的中国鳊鱼大产业。

美国爱达荷大学 Ronald W. Hardy 教授现担任国际水产刊物《水产养殖研究 (Aquaculture Research)》主编和美国国家水产营养饲料委员会主席。1986 年 5 月 Ronald W. Hardy 教授应邀专程来武汉开展鳊鱼摄食和营养研究工作 6 周，期望攻克鳊鱼拒食人工饲料技术难关，开创了鳊鱼饲料研究国际合作的先河。

1989 年我有幸被中国科学院水生生物研究所刘建康院士选中成为他的关门弟子，专门从事极富挑战性的鳊鱼摄食机理与饲料养殖研究工作，开启了本人孜孜不倦的鳊鱼研究生涯。

本人逐步开展鳊鱼系列配合饲料与易驯食配套品系及可控养殖技术体系研究工作，至今已近 30 年，但仍乐此不疲。Hardy 教授 1986 年以后还多次来中国，并一直积极支持本人鳊鱼配合饲料研发工作。

本书是本人近 30 年鳊鱼研究生涯的总结，由现代农业产业技术体系专项资金 (CARS-46) 资助。华中农业大学鳊鱼研究中心窦亚琪、张金洲、杨秀平、吕丽媛、李姣、李玲、蔡文静、曹亮、郭稳杰、方刘、刘立维、田昌绪、袁小琛、骆小年、易提林、孙龙芳参加了本书的撰写工作，陈旭、张真、石林杰、任萍、彭建、徐晶、谢爽等参加了本书的校对工作。华中农业大学鳊鱼研究中心何珊副教授在本书编辑中做了大量繁琐而重要的工作。由于时间匆忙，加上著者水平有限，书中难免有纰漏之出，恳请广大读者批评指正。

华中农业大学鳊鱼研究中心主任 梁旭方

2018 年 4 月于武昌南湖狮子山

目 录

第1章 鳊鱼种类、分布与进化.....	1
1.1 种类和分布	1
1.2 鳊属物种各论	3
1.2.1 少鳞鳊属	3
1.2.2 鳊属	6
1.3 起源和演化	12
参考文献	13
第2章 鳊类基因组学研究与应用.....	15
2.1 哺乳类基因组学概述.....	15
2.1.1 草食性哺乳动物.....	15
2.1.2 杂食性哺乳动物.....	15
2.1.3 肉食性哺乳动物.....	17
2.2 鱼类基因组学研究与应用.....	17
2.2.1 草食性鱼类.....	17
2.2.2 杂食性鱼类.....	17
2.2.3 肉食性鱼类.....	18
2.3 鳊类基因组学研究进展.....	19
2.3.1 鳊鱼高密度遗传连锁图谱.....	19
2.3.2 鳊鱼细菌人工染色体文库.....	26
2.3.3 鳊鱼全基因组测序.....	27
参考文献	28
第3章 鳊鱼遗传资源与育种.....	32
3.1 鳊类分子标记	32
3.1.1 翘嘴鳊分子标记.....	32
3.1.2 斑鳊分子标记.....	37
3.1.3 大眼鳊分子标记.....	37
3.1.4 暗鳊分子标记.....	45
3.1.5 长体鳊分子标记.....	45
3.1.6 少鳞鳊分子标记.....	45
3.2 鳊类分子标记在种属鉴定和亲子鉴定中的应用	52
3.2.1 鳊类分子标记在种属鉴定中的应用	52
3.2.2 鳊类分子标记在亲子鉴定中的应用	54

3.3 翘嘴鳊遗传资源.....	60
3.3.1 长江中游翘嘴鳊野生群体遗传多样性及遗传结构差异分析.....	61
3.3.2 长江中游翘嘴鳊与大眼鳊杂交渐渗现象研究.....	66
3.3.3 翘嘴鳊主产区野生群体与养殖群体遗传结构比较研究.....	70
3.4 斑鳊遗传资源.....	74
3.5 大眼鳊遗传资源.....	81
3.6 波纹鳊遗传资源.....	83
3.7 少鳞鳊遗传资源.....	85
3.8 鳊类线粒体基因组研究.....	88
3.8.1 翘嘴鳊、大眼鳊、斑鳊线粒体基因组.....	88
3.8.2 波纹鳊线粒体基因组.....	88
3.8.3 暗鳊线粒体基因组.....	88
3.8.4 长体鳊线粒体基因组.....	89
3.8.5 少鳞鳊线粒体基因组.....	89
3.8.6 杂交鳊线粒体基因组.....	89
3.9 鳊鱼雌核发育.....	90
3.10 鳊鱼杂交育种.....	93
3.11 鳊鱼全基因组育种.....	95
参考文献.....	95
第4章 鳊鱼高效利用人工饲料配套品系培育.....	99
4.1 国外高效利用人工饲料配套品系研究进展.....	99
4.2 鳊鱼饲料利用性状的遗传基础研究.....	101
4.2.1 鳊鱼食性驯化转录组学研究.....	101
4.2.2 鳊鱼驯食性状相关 SNP 分子标记研究.....	102
4.2.3 鳊鱼饲料利用性状转录组学研究.....	109
4.3 鳊鱼高效利用人工饲料配套品系研究.....	112
4.3.1 翘嘴鳊 5 代连续群体选育.....	113
4.3.2 斑鳊 5 个连续群体选育.....	129
4.3.3 翘嘴鳊、斑鳊杂交及其 F ₁ 代自交的研究.....	131
参考文献.....	140
第5章 鳊鱼消化系统与神经系统.....	144
5.1 鳊鱼消化系统.....	144
5.1.1 鳊鱼消化器官形态解剖与组织学.....	144
5.1.2 鳊鱼消化吸收.....	145
5.2 鳊鱼神经系统.....	149
5.2.1 鳊鱼脑的组织学.....	149
5.2.2 鳊鱼视觉器官.....	154

5.2.3 鳊鱼侧线机械感觉器官.....	158
5.2.4 鳊鱼化学感觉器官.....	159
参考文献	164
第 6 章 鳊鱼摄食感觉原理与食性驯化机制	165
6.1 鳊鱼摄食感觉原理.....	165
6.1.1 鳊鱼视网膜电图光谱敏感性和适应特性.....	165
6.1.2 鳊鱼视网膜结构特性.....	168
6.1.3 鳊鱼视觉对猎物运动和形状的反应.....	170
6.1.4 鳊鱼侧线管结构和行为反应特性及其对捕食习性的适应.....	172
6.1.5 鳊鱼口咽腔味蕾和行为反应特性及其对捕食习性的适应.....	175
6.1.6 鳊鱼捕食行为的研究.....	177
6.1.7 鳊鱼摄食感觉原理.....	179
6.2 鳊鱼摄食调控	179
6.2.1 鳊鱼 NPY 及 NPY 受体功能研究.....	180
6.2.2 鳊鱼 Ghrelin 功能研究	186
6.2.3 鳊鱼神经递质与摄食调控.....	192
6.3 鳊鱼食性驯化机制.....	199
6.3.1 鳊鱼驯食性状转录组学研究.....	199
6.3.2 鳊鱼驯食学习记忆及甲基化调控研究.....	203
6.3.3 鳊鱼驯食节律调控研究.....	205
6.4 鳊鱼驯食人工饲料技术.....	212
参考文献	213
第 7 章 鳊鱼人工饲料与诱食剂	220
7.1 冰鲜饲料网箱养殖商品鳊研究.....	220
7.1.1 浮桥河水库网箱养殖商品鳊研究.....	220
7.1.2 北马围水库网箱养殖商品鳊研究.....	221
7.2 鳊鱼人工饲料研发.....	222
7.2.1 鳊鱼营养需求.....	222
7.2.2 饲料配制技术.....	232
7.2.3 饲喂实践	233
7.3 鳊鱼营养代谢调控.....	235
7.3.1 Leptin 调控鳊鱼摄食及代谢机制研究	235
7.3.2 支链氨基酸对鳊鱼摄食及氮代谢调控机制研究	241
7.3.3 菜粕替代鱼粉对鳊鱼营养代谢影响的研究	247
7.3.4 人工饲料对鳊鱼肠道微生物和肠道结构功能影响的研究	249
7.4 鳊鱼诱食添加剂研发.....	257
7.4.1 复合添加剂.....	258

7.4.2 外源核苷酸.....	259
参考文献	262
第 8 章 鳊鱼开口饵料研发.....	270
8.1 鳊鱼开口饵料研究.....	270
8.1.1 鱼类开口饵料.....	270
8.1.2 开口饵料对鳊鱼仔鱼早期存活、生长和代谢的影响.....	271
8.1.3 盐度对鳊鱼仔鱼早期存活、生长和代谢的影响.....	275
8.2 鳊鱼开口饵料鱼培育.....	276
8.2.1 开口饵料鱼的准备.....	276
8.2.2 鳊鱼开口后饵料鱼的生产.....	277
参考文献	277
第 9 章 鳊鱼池塘集约化控水生态养殖.....	281
9.1 鳊鱼生态健康养殖.....	281
9.1.1 健康养殖技术要求.....	281
9.1.2 高温季节鳊鱼及饵料鱼池塘水环境调查研究.....	283
9.1.3 鳊鱼池塘生物多样性及健康/疾病的鳊鱼肠道微生物关联性分析.....	289
9.1.4 鳊鱼多级分养策略.....	291
9.1.5 鳊鱼养殖水体污染净化的主要措施.....	294
9.2 鳊鱼蛋白利用与氨氮排泄.....	301
9.2.1 摄食水平对鳊鱼幼鱼体组成、生长、排粪、排泄及氮收支的影响.....	301
9.2.2 鳊鱼与草鱼氨氮排泄比较研究.....	304
参考文献	306
第 10 章 鳊鱼人工饲料可控养殖与品牌营销.....	309
10.1 鳊鱼人工饲料可控养殖.....	309
10.1.1 池塘循环水养殖模式.....	309
10.1.2 工厂化养殖模式.....	312
10.2 鳊鱼文化与品牌营销.....	315
10.2.1 鳊鱼文化.....	315
10.2.2 现代鳊鱼企业与高端鳊鱼品牌.....	320

第1章 鳊鱼种类、分布与进化

1.1 种类和分布

鳊鱼是鲈形目(Perciformes)中一类体背圆鳞、头顶从前端到顶骨区裸露无鳞、尾鳍圆形、角舌骨上边缘凹陷乃至两端向中间延伸封闭成骨桥的淡水鱼类类群(刘焕章, 1993)。鳊鱼是我国人民自古喜食的珍贵鱼类。唐代张志和《渔父》中即有“西塞山前白鹭飞, 桃花流水鳊鱼肥”的名句。在中国, 最早记载“鳊”字的文献为公元前 2200 年的《山海经》(“洛水多滕鱼, 状如鳊”)及《尔雅·释鱼》(“𩚰𩚰鳊𩚰”)。此后历朝历代记载甚多, 以明代李时珍在其名著《本草纲目》卷四十四鳞部“鳊鱼”条内记述最为详尽: “鳊鱼, 又名𩚰鱼、石桂鱼、水豚”; “鳊, 𩚰也, 其体不能屈曲如僵𩚰也”; “生江湖中, 扁形阔腹, 大口细鳞, 有黑斑。彩斑色明者雄, 稍晦者雌, 皆有鬚鬣刺人。厚皮、紧肉, 肉中无细刺, 有肚能嚼。亦啖小鱼, 夏月居石穴, 冬月假泥霖。鳊髻刺凡十二”; “肉, 益气力, 令人肥健。补虚劳, 益脾胃, 治腑风泻血”等(李思忠, 1991)。

有关鳊类的现代分类学研究, 最初见于日本学者 Temminck 和 Schlegel 于 1842 年在《日本动物志鱼类分册》(Pisces, Siebold's Fauna Japonica)中以 *Serranus kawamebari* 的学名描述了日本少鳞鳊 (*Coreoperca kawamebari*)。Herzenstein 于 1896 年发表了朝鲜少鳞鳊 (*Coreoperca herzi*), 并以该种为模式种建立少鳞鳊属 (*Coreoperca*)。Boulenger 于 1899 年描述了采自海南岛的白头氏少鳞鳊 (*Coreoperca whiteheadi*)。

Basilewsky (1855) 记述了翘嘴鳊 *Perca chuatsi* (= *Siniperca chuatsi*)。Gill (1862) 以 *Perca chuatsi* 为模式种建立鳊属 (*Siniperca*)。Steindachner (1892) 记述了采自上海的斑鳊 (*Siniperca scherzeri*)。Garman (1912) 记述了采自宜昌的大眼鳊 (*Siniperca kneri*)。Nichols (1943) 记述了采自江西河口的暗鳊 (*Siniperca obscura*)。

从 20 世纪 30 年代开始, 中国鱼类学家在鳊类的分类学方面做了大量工作。伍献文 (Wu, 1930) 记述了采自湖南宝庆的长体鳊 (*Siniperca roulei*)。方炳文和常麟定 (Fang and Chong, 1932) 对中国的鳊类进行了系统的分类整理, 将它们并为一个属——鳊属, 下分 3 个亚属: 鳊亚属 (*Siniperca*)、少鳞鳊亚属 (*Coreoperca*)、长体鳊亚属 (*Coreosiniperca*), 并记述了 4 个新种和 2 个新亚种, 但只有波纹鳊 (*Siniperca undulata*) 为有效种。林书颜 (Lin, 1932) 记述了采自贵州南部的麻鳊 *Coreoperca fortis* (= *Siniperca fortis*)。方炳文和常麟定 (1932) 采自贵州三合、描述为暗鳊 (*Siniperca obscura*) 的标本, 经郑慈英 (1989) 在《珠江鱼类志》中考证为麻鳊 (*Siniperca fortis*)。周才武等 (1987) 记述了柳州鳊 (*Siniperca liuzhouensis*), 据郑慈英 (1989) 和刘焕章 (1993) 考证, 应为麻鳊 (*Siniperca fortis*; Lin, 1932) 的同物异名。匡庸德等 (1987) 在《海南岛淡水和河口鱼类志》中记述了高体鳊 (*Siniperca robusta*)。伍献文 (1939)

记述了采自广西阳朔的漓江鳊 (*Siniperca loona*), 郑慈英 (1989) 在《珠江鱼类志》中明确了暗鳊模式标本 (美国自然博物馆, Nichols, 1943) 的性状, 证实漓江鳊 (*Siniperca loona*) 是暗鳊的同物异名。曹亮和梁旭方 (2013) 记述了采自浙江的刘氏少鳞鳊 (*Coreoperca liui*)。

周才武等 (1988) 对鳊类的分类和地理分布进行了系统的整理, 并将其分为 3 属: 鳊属 (*Siniperca*)、少鳞鳊属 (*Coreoperca*)、长体鳊属 (*Coreosiniperca*)。刘焕章和陈宣瑜 (1994) 依据鳊类的系统发育研究结果, 确定为 2 属, 即鳊属和少鳞鳊属。

此外, 20 世纪中不断发现一些原始鳊类的化石, 目前有: 刘宪亭和苏德造 (1962) 记述的中国山西榆社上新世的武乡鳊 (*Siniperca wusiangensis*), 产于日本岐阜县中新世瑞浪群平牧组和中村组的 *Coreoperca kaniensis* (Ohe and Hayata, 1984)、*Coreoperca fushimiensis* (Ohe and Ono, 1975), 以及陈平富和刘焕章 (1999) 描述的产于山东早中新世晚期的山东少鳞鳊 (*Coreoperca shandongensis*)。

关于鳊类的系统位置, 一直未有定论。Jordan 和 Richardson (1910) 将鳊类归为鲈科 (Serranidae) 的一个亚科——鳊亚科 (Sinipercinae)。Gosline (1966) 和 Nelson (1994) 提出将鳊类放入暖鲈科 (Percichthyidae)。Johnson (1984) 将鳊属归入狼鲈科 (Moronidae), 但 Waldman (1986) 通过对狼鲈科种类形态学的综合研究, 认为不应将鳊类归入狼鲈科, 而应归入尖吻鲈科 (Latidae)。Roberts (1993) 则建议将鳊类独立成鳊科 (Sinipercidae)。赵金良等 (2005) 初步构建了部分低等鲈形目鱼类的分子系统关系, 显示鳊类为单系类群, 但未与鲈科聚合成单系群体, 与目前假设的暖鲈科、狼鲈科、锯盖鱼群、花鲈等亲缘关系相对较远, 支持将其独立为鳊科, 这与 Nelson (2006) 的观点相一致。我们认为目前将鳊亚科放在鳊科或暖鲈科是比较合适的。

鳊鱼是东亚特有的淡水鱼类, 共有 2 属 12 种, 仅分布于中国、俄罗斯 (阿穆尔河)、朝鲜、韩国、日本、越南 (红河) 等六国。鳊鱼分布的北界是黑龙江下游俄罗斯境内, 南界是海南省北侧的南渡江, 东界是日本本洲岛西侧南部的福知州附近, 西界为四川盆地西侧的西昌邛海。鳊鱼主要分布在中国, 共有 2 属 10 种, 主要集中分布在长江以南, 淮河以北仅有 2 种, 台湾无鳊鱼分布。由此可见, 长江以南的华南区是鳊类的分布中心。

分布在中国的 10 种鳊鱼分别是: 翘嘴鳊、大眼鳊、高体鳊、斑鳊、波纹鳊、麻鳊、暗鳊、长体鳊、白头氏少鳞鳊、刘氏少鳞鳊。翘嘴鳊、大眼鳊和斑鳊分布较广, 个体大, 资源量较多, 是作为食用鱼的经济种类; 而其他的鳊鱼种类如高体鳊、长体鳊等, 由于分布区域狭窄、个体小、生长慢, 渔业价值不大。

翘嘴鳊仅分布于闽江及以北地区, 长江中部资源最为丰富, 是鳊类中生长最快、个体最大的种类, 也是目前我国主要商业养殖生产的鳊鱼种类。翘嘴鳊在珠江流域没有天然分布, 该流域大眼鳊数量较多, 但大眼鳊生长速度只有翘嘴鳊的 1/10, 基本没有商业养殖价值。斑鳊虽然生长不快, 但较易驯食冰鲜杂鱼, 特别是分布于鸭绿江的斑鳊已有一定规模的商业养殖。

1.2 鳊属物种各论

鳊类现生种检索表

- 1 (8) 眼后有三条放射纹, 鳃盖后缘有一深色斑点
- 2 (7) 侧线鳞 50 以上
- 3 (4) 下鳃盖骨边缘无细的锯齿, 臀鳍条 9 以下…………… 朝鲜少鳞鳊 *Coreoperca herzi*
- 4 (3) 下鳃盖骨边缘有细的锯齿, 臀鳍条 10 以上
- 5 (6) 体长是体高的 3.2~3.5 倍, 体侧后部有 4 条完整的横带
…………… 刘氏少鳞鳊 *Coreoperca liui*
- 6 (5) 体长是体高的 2.6~3.0 倍, 体侧后部最多有 3 条完整的横带
…………… 白头氏少鳞鳊 *Coreoperca whiteheadi*
- 7 (2) 侧线鳞 50 以下…………… 日本少鳞鳊 *Coreoperca kawamebari*
- 8 (1) 眼后无三条放射纹, 鳃盖后缘无深色斑点
- 9 (20) 从吻部穿眼达背鳍前方无一条斜带
- 10 (19) 尾鳍基部无一空心斑, 体披斑点时斑点较小或为不规则的色块
- 11 (18) 体侧无浅色的水平波浪纹
- 12 (13) 鳃耙退化为结节状, 体长为体高的 3.8 倍以上…………… 长体鳊 *Siniperca roulei*
- 13 (12) 鳃耙不退化为结节状, 体长为体高的 3.5 倍以下
- 14 (15) 下颌齿不发生分化, 体色较暗, 一般无斑点…………… 暗鳊 *Siniperca obscura*
- 15 (14) 下颌齿后侧内行变大, 体褐色, 一般有斑点
- 16 (17) 体披细小斑点, 背鳍棘一般为 XIII…………… 麻鳊 *Siniperca fortis*
- 17 (16) 体披不规则的色块, 背鳍棘一般为 XII…………… 高体鳊 *Siniperca robusta*
- 18 (11) 体侧有浅色的水平波浪纹…………… 波纹鳊 *Siniperca undulata*
- 19 (10) 尾鳍基部有一空心斑, 体披大的空心或实心斑点…………… 斑鳊 *Siniperca scherzeri*
- 20 (9) 从吻部穿眼达背鳍前方有一条斜带
- 21 (22) 颊部一般无鳞, 眼较大, 幽门垂 100 以下…………… 大眼鳊 *Siniperca kneri*
- 22 (21) 颊部有鳞, 眼较小, 幽门垂 100 以上…………… 翘嘴鳊 *Siniperca chuatsi*

1.2.1 少鳞鳊属

少鳞鳊属 *Coreoperca* Herzenstein, 1896

Coreoperca Herzenstein, 1896. Ann. Mus. Zool. Acad. Sci. St. petersbourg. 1: 11 (模式种 *Coreoperca herzi* Herzenstein)。

体侧扁, 背缘呈弧形。上颌与下颌略相等或略突出。上下颌骨、犁骨和颞骨密布细齿, 无犬齿。犁骨齿带呈新月形或近三角形。前翼骨上亦有细齿丛。前后鼻孔间隔宽, 距眼远。前鼻孔有瓣, 明显或为痕迹状, 后鼻孔小或不明显。前鳃盖骨后缘锯齿状, 后角及下缘有细锯齿或弱棘。间鳃盖骨和下鳃盖骨下缘亦有弱锯齿。体被圆鳞, 较大; 颊

部、鳃盖和腹鳍之间的腹面具鳞。侧线完全，侧线鳞 33~82。鳃耙 7~16，长而发达。幽门垂 3，扁平，短指状。脊椎骨 28~34。

1. 刘氏少鳞鳊 *Coreoperca liui* Cao et Liang

Coreoperca liui Cao and Liang (曹亮和梁旭方), 2013, 动物分类学报, 38 (4): 891-894 (浙江淳安)。

刘氏少鳞鳊以我国著名鱼类学家、生态学家刘建康 (Liu Jiangkang) 院士姓为种名“*liui*”。

测量标本 19 尾，体长 82.0~117.4mm，采自浙江淳安。

背鳍条 XIII~XIV-13~14，胸鳍条 I-13，腹鳍条 I-5，臀鳍条 III-10~11，鳃耙 7，脊椎骨 28~30。可量形状详细信息见表 1-1。

表 1-1 刘氏少鳞鳊和白头氏少鳞鳊形态学度量表 (曹亮和梁旭方, 2013)

可量形状/mm	刘氏少鳞鳊 正模标本	刘氏少鳞鳊 副模标本 (n=18)			白头氏少鳞鳊 标本 (n=61)		
		范围	平均值	标准误	范围	平均值	标准误
体长	102.8	82.0~117.4	98.4	9.9	48.8~214.2	122.3	42.2
体高	30.3	28.3~31.9	30.5	1.0	33.5~39.1	35.1	1.6
头长	39.7	39.0~42.4	40.9	1.0	35.3~41.6	38.9	1.5
头高	22.2	21.2~25.3	23.4	1.2	23.3~28.3	25.3	1.1
吻长	12.5	12.2~15.8	13.1	1.1	10.2~16.2	12.4	1.2
头宽	13.2	12.0~14.6	13.6	0.7	11.0~19.6	15.2	1.7
眼径	7.5	6.8~9.8	8.1	0.9	5.9~9.5	7.2	0.9
眶间距	5.0	4.6~5.6	5.2	0.3	6.6~8.5	7.3	0.5
眼后头长	21.3	19.5~22.3	21.0	0.9	16.0~22.1	19.7	1.3
胸鳍前距	38.2	36.2~40.5	38.4	1.2	31.3~40.9	36.8	1.8
背鳍前距	43.3	41.4~46.8	43.7	1.6	39.2~46.8	42.4	1.6
腹鳍前距	40.7	39.7~44.5	41.7	1.4	34.9~47.5	41.5	1.9
臀鳍前距	66.6	64.4~69.7	67.1	1.5	63.5~71.4	67.5	1.7
胸鳍长	16.7	15.5~19.8	17.6	1.0	14.7~20.5	17.0	1.4
胸腹距	6.2	5.2~7.8	6.7	0.7	6.5~10.2	8.3	0.8
背鳍长 (分枝鳍条)	21.8	19.8~25.6	22.3	1.7	21.0~26.7	23.4	1.6
腹鳍长	20.1	18.4~20.7	19.3	0.6	14.0~19.5	17.0	1.5
腹臀距	26.3	23.3~28.1	25.8	1.3	23.2~30.8	27.2	1.9
臀鳍长	27.2	25.2~29.3	27.4	1.2	25.1~30.9	28.0	1.8
尾柄长	20.5	16.2~21.2	18.9	1.5	11.6~18.3	14.9	1.7
尾柄高	10.0	9.1~11.7	10.5	0.6	9.4~13.7	11.3	1.0
尾鳍长	18.5	15.1~21.5	18.7	1.8	17.0~25.3	21.0	1.6

体延长，呈长圆形，侧扁，背缘略呈弧形。头中等大，头长与体高几乎相等；吻短，钝尖。口端位，口裂大，稍斜。上颌骨末端游离，显著宽大，后缘延伸至眼下，不达眼后缘。两颌等长，上下颌骨、犁骨和颌骨具绒毛状细齿。鼻部凹陷。前鼻孔较大，裂隙状，周缘有瓣膜隆起；后鼻孔甚小，为前鼻孔瓣膜所覆盖，不显见。眼中等大，位于头

侧上方，离吻端较近。前鳃盖骨后缘及腹缘锯齿状棘弱小，无骨棘。鳃盖骨后端有2枚几等大的扁平棘，间鳃盖骨和下鳃盖骨边缘有锯齿。鳃盖条骨7枚。鳃裂大，鳃膜不与颊部相连。颊部和鳃盖骨及躯干部被小圆鳞。侧线完全，从鳃裂上角起沿背部轮廓向后延伸，在背鳍中部下行至体侧中央，而后延伸至尾鳍基部。侧线鳞58~62，背鳍前鳞14，围尾柄鳞18~21。胸鳍圆形，起点位于鳃盖骨后缘下方。背鳍起点位于胸鳍起点之后，分为两部分。第一背鳍全为鳍棘，第二背鳍末端至尾鳍基部。臀鳍起点与背鳍第11~12根鳍棘基部相对，鳍棘粗壮。腹鳍胸位，鳍棘长约为鳍条长的1/2。肛门位于腹鳍末端至臀鳍起点的1/2处。尾鳍圆形。

鳃耙梳齿状，内侧具针状突起。幽门垂3，不分枝，扁平状。

固定标本体背棕褐色，腹部略浅。眼后有三条放射状黑色条纹，鳃盖后端有一黑色圆斑，圆斑外缘有白色环状围绕，鲜活鱼黑斑边缘为橘红色。体侧有不规则暗斑，后半部有4条完整的黑褐色横带。

多栖息于水质较清、水流较急的江河上游河段，以小鱼、小虾为食，主要分布于浙江钱塘江水系、福建木栏溪水系、湖南沅江水系、贵州平舟河水系等。

2. 白头氏少鳞鳊 *Coreoperca whiteheadi* Boulenger

Coreoperca whiteheadi Boulenger, 1900. Proc. Zool. Soc. London, 4: 959-960 (海南岛)。

Siniperca (Coreoperca) whiteheadi; 俞泰济, 1986, 《海南岛淡水及河口鱼类志》(中国水产科学院珠江水产研究所等): 218 (白沙县)。

Siniperca (Coreoperca) whiteheadi Fang and Chong (方炳文和常麟定), 1932, Sinensia, 2 (12): 144 (广西罗城三防)。

测量标本61尾，体长48.8~214.2mm，采自广西都安。

背鳍条XIII~XIV-13~14，胸鳍条I-13，腹鳍条I-5，臀鳍条III-10~12，鳃耙7，脊椎骨33~34，侧线鳞58~67。可量形状详细信息见表1-1。

体延长，呈长圆形，侧扁，背缘略呈弧形。头中等大，头长与体高几乎相等；吻短，钝尖。口端位，口裂大，稍斜。上颌骨末端游离，显著宽大，后缘延伸至眼下，不达眼后缘。两颌等长，上下颌骨、犁骨和颞骨具绒毛状细齿。鼻部凹陷。前鼻孔较大，裂隙状，周缘有瓣膜隆起；后鼻孔甚小，为前鼻孔瓣膜所覆盖，不显见。眼中等大，位于头侧上方，离吻端较近。前鳃盖骨后缘及腹缘锯齿状棘弱小，无骨棘。鳃盖骨后端有2枚几等大的扁平棘，间鳃盖骨和下鳃盖骨边缘有锯齿。鳃盖条骨7枚。鳃裂大，鳃膜不与颊部相连。颊部和鳃盖骨及躯干部被小圆鳞。侧线完全，从鳃裂上角起沿背部轮廓向后延伸，在背鳍中部下行至体侧中央，而后延伸至尾鳍基部。胸鳍圆形，起点位于鳃盖骨后缘下方。背鳍起点位于胸鳍起点之后，分为两部分。第一背鳍全为鳍棘，第二背鳍末端至尾鳍基部。臀鳍起点与背鳍第11~12根鳍棘基部相对，鳍棘粗壮。腹鳍胸位，鳍棘长约为鳍条长的1/2。肛门位于腹鳍末端至臀鳍起点的1/2处。尾鳍圆形。

鳃耙梳齿状，内侧具针状突起。幽门垂3，不分枝，扁平状。

固定标本体背棕褐色，腹部略浅。眼后有三条放射状黑色条纹，鳃盖后端有一黑色圆斑，圆斑外缘有白色环状围绕，鲜活鱼黑斑边缘为橘红色。体侧有不规则暗斑，后半部有3~4条不完整的黑褐色横带。

多栖息于砾石底的水质较清的江河上游河段，以小鱼、小虾为食。主要分布于海南岛南渡江水系、广东漠阳江水系和北江水系、广西西江水系，以及越南北部红河水系等。

1.2.2 鳊属

鳊属 *Siniperca* Gill, 1862

Siniperca Gill, 1862, Proc. Acad. Sci. Philad.: 16

模式种 *Perca* (*Siniperca*) *chuatsi* Basilewsky。

体延长，侧扁。下颌一般长于上颌。上颌前端有稀疏犬齿，齿骨后部有犬齿 1 行，发达前后鼻孔靠近，居眼前方；前鼻孔具瓣膜，后鼻孔小。前鳃盖骨后缘有锯齿，后下角棘状。鳃盖骨后缘有两根棘，间鳃盖骨和下鳃盖骨下缘光滑或有弱锯齿。体被小圆鳞，颊部、鳃盖和腹鳍之前的腹面具鳞。侧线完全，侧线鳞 56~142。鳃耙中长或退化。幽门垂 4~360 以上，指状。脊椎骨 26~28。鳔 1 室，前部膨大，两角突出，向后渐小，后端尖或钝圆。

1. 长体鳊 *Siniperca roulei* Wu

Siniperca roulei Wu, 1930, Contr. biology. Lab. Sci, China, Zool., 6 (5): 54 (湖南宝庆); Wu (伍献文), 1939, Sinensia, 10 (1-6): 134 (广西阳朔); 郑宝珊, 1981, 《广西淡水鱼类志》: 210; 高国范, 1989, 《珠江鱼类志》(郑慈英): 309 (广西桂林); 伍律, 1989, 《贵州鱼类志》(伍律): 265 (锦屏、凯里、铜仁、松桃、江口); 郑米良, 1991, 《浙江动物志》(毛杰荣): 192 (桐庐、淳安、建德)。

Coreosiniperca roulei: 苏锦祥, 1985, 《福建鱼类志 (下)》(朱元鼎): 25 (福建建瓯、建阳、邵武、建宁、松溪); 周才武, 蔡德霖, 1987, 《中国淡水鱼类检索 (上册)》: 285 (广西、贵州、湖南、江西、浙江); 朱松泉, 1995, 《中国淡水鱼类检索》: 170 (珠江、钱塘江、长江、闽江等); 陈旻、张春光, 2006, 《广西淡水鱼类志》(第 2 版)(周解, 张春光): 442。

Siniperca (*Coreosiniperca*) *roulei* Fang and Chong (方炳文和常麟定), 1932, Sinensia, 2 (12): 149 (湖南宝庆); 廖伏初, 李鸿, 2012, 《湘江水生动物志》(曹英华等): 269 (湖南衡阳)。

测量标本 3 尾，体长 98~113mm，采自湖南湘阴。

背鳍条 XIII~XIV-10~11，胸鳍条 I-13，腹鳍条 I-5，臀鳍条 III-7~8，幽门垂 6~7，脊椎骨 27~28。

体长为体高的 4.5~5.0 倍，为头长的 2.6~2.7 倍，为尾柄长的 6.5~7.4 倍，为尾柄高的 12.0~12.5 倍。头长为吻长的 3.8~4.2 倍，为眼径的 4.8~5.2 倍，为眼间距的 8.8~9.6 倍。尾柄长为尾柄高的 1.6~1.7 倍。

体延长，近圆筒形。头部稍长，眼后背缘平直，头高与头宽几乎相等。口端位，上颌末端伸达眼中部下方。下颌稍尖，长于上颌。上下颌骨、犁骨和颞骨具有不规则的齿。上颌中央两侧和下颌齿较发达。前鳃盖骨后缘具细齿，下缘有棘 4 枚，间鳃盖骨和下鳃盖有细齿。鳃耙退化为结节状突起。体被小圆鳞，头部及腹鳍之前的腹部裸露。侧线完全。

背鳍分棘部和鳍条部，基部相连，起点位于胸鳍基稍后，第二背鳍末端不达尾鳍基部。胸鳍圆形，长度短于腹鳍。腹鳍胸位。臀鳍起点几与背鳍鳍条基部起点相对，第 2 棘粗壮。肛门位于臀鳍前方。尾鳍圆形。

固定标本背为黑色，散布诸多黑色斑点。腹部灰白。奇鳍有数列不规则的条纹。

主要栖息于河流中上游岩洞或石缝中，性凶猛，肉食性，以小鱼、小虾、水生昆虫为食。数量稀少，被列为《中国内陆淡水鱼类红皮书》易危物种。

主要分布于长江水系、钱塘江水系及闽江水系，在珠江水系仅漓江有极少量分布。

2. 暗鳊 *Siniperca obscura* Nichols

Siniperca obscura Nichols, 1930. Am. Mus. Novit. (431): 2 (江西河口); Fang and Chong (方炳文和常麟定), 1932, Sinensia, 2 (12): 183 (广西三防, 贵州三合); 郑宝珊, 1981, 《广西淡水鱼类志》: 206 (广西桂林、阳朔、昭平); 高国范, 1989, 《珠江鱼类志》(郑慈英): 311 (广西桂林、阳朔、昭平); 苏锦祥, 1985, 《福建鱼类志(下)》(朱元鼎): 30 (福安、顺昌、邵武); 郑米良, 1991, 《浙江动物志——鱼类》(毛杰荣): 191 (建德、衢州); 伍律, 1989, 《贵州鱼类志》(伍律): 264 (锦屏、凯里、松桃、剑河); 廖伏初, 李鸿, 2012, 《湘江水生动物志》(曹英华, 廖伏初, 伍远安): 278 (湖南衡阳)。

Siniperca loona Wu (伍献文), 1939, Sinensia, 10 (1-6): 136 (广西阳朔); 陈旻, 张春光, 2006, 《广西淡水鱼类志》(第2版)(周解, 张春光): 444 (桂林、阳朔); 廖伏初, 李鸿, 2012, 《湘江水生动物志》(曹英华, 廖伏初, 伍远安): 277 (湖南衡阳)。郑慈英等(1989)通过对相关标本的系统收集与比较研究, 并核对了模式标本, 在《珠江鱼类志》中考证认为, *Siniperca loona* Wu 1939 应为暗鳊 *Siniperca obscura* Nichols 1930 的同物异名。

Coreoperca (Siniperca) obscura 丁瑞华, 1994, 《四川鱼类志》(丁瑞华): 507 (酉阳、秀山)。

测量标本 27 尾, 体长 76.5~103.6mm, 采自湖南怀化。

体长为体高的 2.6~3.2 倍, 为头长的 2.6~2.8 倍, 为尾柄长的 5.4~6.2 倍, 为尾柄高的 8.1~8.8 倍。头长为吻长的 3.0~3.5 倍, 为眼径的 3.7~4.6 倍, 为眼间距的 5.1~6.2 倍。尾柄长为尾柄高的 1.2~1.4 倍。

背鳍条 XIII-11~12, 胸鳍条 I-14~15, 腹鳍条 I-5, 臀鳍条 III-8~9, 幽门垂 9~10, 脊椎骨 27~28, 鳃耙 5~7。

体椭圆形, 侧扁, 背腹缘稍隆起。口大, 端位, 口裂略倾斜。上颌骨末端达眼中部, 下颌等于或稍长于上颌。上下颌骨、犁骨和颞骨具有绒毛齿。前鳃盖骨后缘锯齿, 腹缘有 4 枚较大的骨棘。间鳃盖骨和下鳃盖粗糙。后鳃盖骨后缘有 1~2 个大棘。体被小圆鳞, 颊部和鳃盖下部有鳞。侧线完全, 侧线鳞 63~71。

背鳍分棘部和鳍条部, 基部相连, 起点位于胸鳍基稍后, 第二背鳍末端达尾鳍基部。胸鳍扇形, 长度短于腹鳍。腹鳍胸位。臀鳍起点在背鳍第 12 鳍棘的前下方。肛门位于臀鳍前方。尾鳍圆形。

固定标本背为黑色, 腹部灰白色。体侧有不规则黑斑。奇鳍有数列不规则的条纹。

生活在清澈的流水中, 以小鱼、虾为食。分布于长江水系、钱塘江水系及闽江水系, 在珠江水系仅漓江有少量分布。

3. 麻鳊 *Siniperca fortis* (Lin)

Coreoperca (Siniperca) fortis Lin (林书颜), 1932, Lingnan. Sci. J., 11 (4): 515-519 (广西运江)。

Siniperca obscura Fang and Chong (方炳文和常麟定), 1932, Sinensia, 2 (12): 183 (广西三防, 贵州三合); 廖伏初, 李鸿, 2012, 湘江水生动物志 (曹英华, 廖伏初, 伍远安): 277 (湖南衡阳)。

郑慈英等(1989)通过对相关标本的系统收集与比较研究, 并核对了模式标本, 在《珠江鱼类志》