

青海湖裸鲤 研究与保护



陈大庆 熊 飞 史建全 祁洪芳 著



科学出版社

青海湖裸鲤研究与保护

陈大庆 熊 飞 史建全 祁洪芳 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书涉及青海湖裸鲤的栖息环境、生物学、生理学、遗传学、资源学、保护和管理等方面的内容,共分为7章。第1章介绍青海湖裸鲤的种群衰退过程和研究保护概况;第2章分析青海湖裸鲤的栖息环境及其变化趋势;第3章研究青海湖裸鲤的年龄、生长和繁殖生物学特征;第4章分析青海湖裸鲤的生理学指标;第5章研究青海湖裸鲤的遗传学特征,对其遗传多样性进行综合评价,并分析其系统发育关系;第6章研究青海湖裸鲤资源量时空分布特征,探讨其资源变化趋势;第7章分析青海湖裸鲤的保护现状、面临的主要威胁及保护对策。另以附录的形式给出青海湖裸鲤的相关保护条例和技术标准。

本书适合从事鱼类学、渔业资源、动物学、生态学、保护生物学等领域的科研人员、大专院校师生以及行政管理人员等使用。

图书在版编目(CIP)数据

青海湖裸鲤研究与保护/陈大庆等著. —北京:科学出版社,2011

ISBN 978-7-03-030955-6

I. ①青… II. ①陈… III. ①青海湖裸鲤-研究 IV. ①Q959.46

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第079542号

责任编辑:王海光 王 玥/责任校对:张凤琴

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

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>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011年5月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2011年5月第一次印刷 印张:9 插页:6

印数:1—1 000

字数:166 000

定价:50.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

作者简介

陈大庆 男,湖北荆州人。2004年毕业于中国科学院水生生物研究所,获博士学位。现任中国水产科学研究院长江水产研究所副所长、研究员,华中农业大学和西南大学兼职教授、博士研究生导师。兼任中国水产学会资源环境分会副理事,国家环境保护总局环境评价专家,《水产学报》、《中国水产科学》编委等学术团体职务。主要从事渔业资源和环境保护的科研工作,先后主持国家自然科学基金、世界自然基金会、国家环境保护部、科技部、农业部等单位的多项科研项目。在国内外期刊发表论文100余篇,主编和参编专著(译著)3部。先后获农业部、青海省、中国水产科学研究院科技进步奖8项。

熊飞 男,湖北荆门人。1996年9月至2003年7月就读于华中农业大学水产学院,获学士、硕士学位,2003年9月至2006年7月就读于中国科学院南京地理与湖泊研究所,获博士学位,毕业后留所工作,2006年11月调往江汉大学生命科学学院工作。研究方向为湖泊生态学、鱼类生态学,先后参与了国家高技术研究发展计划(“863”计划)、中国科学院知识创新工程等项目,主持了国家自然科学基金(40901037)和湖北省自然科学基金(2009CD2012)等项目,在国内外期刊发表论文30余篇。

史建全 男,青海西宁人。青海湖裸鲤救护中心农业推广研究员,主要从事青海湖裸鲤的研究和保护工作。先后承担“青海湖裸鲤原种扩繁”、“青海湖裸鲤种苗池塘培育与增殖放流”、“青海湖裸鲤资源动态监测与管理”和“青海湖裸鲤淡水全人工养殖研究”等二十多项课题,获青海省科技进步奖二等奖、农业部农牧渔业丰收奖三等奖、中国水产科学研究院科技进步奖二等奖各1项,制定国家标准2项、地方标准4项、国家发明专利6项,发表论文30余篇。为青海省水产学科带头人,青海省优秀科技工作者,青海省委、省政府联系高级专家。

祁洪芳 女,青海湟中人。青海湖裸鲤救护中心高级工程师,主要从事青海湖裸鲤资源保护、资源监测和淡水养殖等研究工作。主持和参与“青海湖裸鲤种苗池塘培育与增殖放流”等十余项省部级科研课题。获得青海省科技进步奖二等奖、农业部农牧渔业丰收奖三等奖、中国水产科学研究院科技进步奖二等奖各1项,制定国家标准2项、地方标准2项、国家发明专利2项,发表学术论文20余篇,2008年获得“全国知识型职工先进个人”称号。

序

裂腹鱼类是分布于亚洲高原的一群特殊的鲤科鱼类,主要分布在我国青藏高原及其毗邻地区,目前此类动物大都处于濒危状态,其物种保护和资源恢复面临着巨大挑战。青海湖裸鲤为我国特有种,局限分布在青海湖及其入湖河流,分布范围狭窄,种群数量已显著下降。青海湖裸鲤是青海湖中唯一的经济鱼类,也是湖中重要的生物因子和食鱼鸟类赖以生存的物质基础,在湖泊生态系统中起着核心作用。青海湖裸鲤的研究与保护,对保育我国特有鱼类物种资源、维护水域生态平衡和保障渔业资源可持续利用具有重要意义。近十年来,在各级政府和科研人员的艰辛努力下,青海湖裸鲤的保护工作取得了可喜的成就,这为我国高原濒危鱼类的保护工作提供了示范。

由中国水产科学研究院长江水产研究所陈大庆博士等著的《青海湖裸鲤研究与保护》一书,全面介绍了青海湖裸鲤的栖息环境、生物学、生理学、遗传学、资源学、保护和管理等方面的最新研究成果,内容丰富,是一部具有较高水平的学术专著,对青海湖裸鲤保护工作的发展具有重要推动意义。

然而,我们还需清醒地认识到,青海湖裸鲤等高原鱼类的现状仍令人担忧,其保护和研究工作任重道远。过度捕捞、栖息生境和产卵场的破坏、日益退化的高原生态环境等仍然威胁着这些鱼类的生存和繁衍。为有效改善这些状况,必须做到科研、保护与管理紧密结合,在充分的科学研究和论证的基础上,采取就地保护和迁地保护等综合措施,维护自然资源的可持续利用。

该书的四位作者均长期从事鱼类资源研究和濒危物种保护工作,具有系统的研究基础和丰富的实践经验。该书是对青海湖裸鲤科学研究成果和保护经验的全面总结,不仅可以指导青海湖裸鲤的深入研究和保护工作,对其他高原鱼类的物种保护与资源恢复也具有重要的参考和借鉴价值。



中国科学院院士

2011年3月

前 言

青海湖位于青藏高原东北部,为我国最大的内陆咸水湖,其环境独特,是国际重要湿地保护区、国家级自然保护区、青海湖裸鲤国家级水产种质资源保护区。青海湖裸鲤为我国特有种,是青海湖中唯一的经济鱼类,也是湖中重要的生物因子和食鱼鸟类赖以生存的物质基础,在湖泊生态系统中起着核心作用。1964年青海湖裸鲤被列为国家重要和名贵的水生经济动物,2003年被列为青海省重点保护水生野生动物,2004年被列入《中国物种红色名录》(濒危)。青海湖裸鲤原始蕴藏量达32万t,但20世纪60年代以来,由于生态恶化和过度捕捞等因素的影响,青海湖裸鲤的产卵场遭到破坏,产卵群体数量不足,种群构成日益低龄化,资源急剧减少,严重影响到湖泊生态系统的良性循环。青海湖裸鲤的研究与保护,对保护我国特有鱼类种质资源、维护地区生态平衡和促进湖区渔业资源可持续利用具有重要意义。

青海省政府从1982年开始,先后四次对青海湖实施封湖育鱼:1982~1984年,限产4000t;1986~1989年,限产2000t;1994~2000年,限产700t;2001~2010年,零捕捞。此外,渔业部门严厉打击非法捕鱼活动,并在青海湖北岸建立了青海湖裸鲤人工放流站,对其资源进行增殖。2004年,青海省又成立了青海湖裸鲤救护中心,对其进行全面科学的研究和抢救性保护。经过几十年的艰苦努力,青海湖裸鲤的保护工作卓有成效,其资源量正在逐步回升。

“九五”以来,中国水产科学院长江水产研究所、青海湖裸鲤救护中心等单位科研人员对青海湖裸鲤进行了长期、系统和多学科领域的研究,获得了大量的研究成果,本书正是在对这些研究成果进行系统分类、整理和提炼的基础上完成的。全书分为7章,第1章介绍青海湖裸鲤的种群衰退过程和研究保护概况;第2章分析青海湖裸鲤的栖息环境及其变化趋势;第3章研究青海湖裸鲤的年龄、生长和繁殖生物学特征;第4章分析青海湖裸鲤的生理学指标;第5章研究青海湖裸鲤的遗传学特征,对其遗传多样性进行综合评价,并分析其系统发育关系;第6章研究青海湖裸鲤资源量时空分布特征,探讨其资源变化趋势;第7章分析青海湖裸鲤的保护现状、面临的主要威胁及保护对策。另以附录的形式给出青海湖裸鲤的相关保护条例和技术标准。全书内容涉及青海湖裸鲤的栖息生境、生物学、生理学、遗传学、资源学、保护和管理等方面,重点探讨了青海湖裸鲤的繁殖特征、遗传多样性、资源量时空动态及物种保护策略等,侧重反映人类活动加剧和全球环境变化背景下青海湖裸鲤种群结构和资源量变化趋势、面临的主要威胁和保护对策。

本书涉及的研究工作得到了青海省“十五”科技攻关项目、农业部等部委有关项目的资助。部分研究工作得到了各位同仁的热心帮助和大力支持,他们是中国水产科学院长江水产研究所的刘绍平研究员、段辛斌副研究员,中国水电顾问集团昆明勘测设计研究院的张信工程师,青海湖裸鲤救护中心的杨建新先生、李苏霞女士,西南大学的张春霖副教授和唐洪玉副教授,中国水产科学研究院珠江水产研究所的谭细畅博士,水利部中国科学院水工程生态研究中心的乔晔副研究员。作者对上述部门、组织和个人表示诚挚的谢意。

本书的出版是对青海湖裸鲤科学研究成果和保护经验的全面总结,对推动青海湖裸鲤及其他高原裂腹鱼类的物种保护与资源恢复具有指导和借鉴价值。本书为我国高原裂腹鱼类的资源保护与恢复提供了理论和实践依据,可作为渔业资源和物种保护等方面科研人员、政府部门管理人员的参考书。由于作者的学识和时间所限,书中可能会存在一些问题和不足,敬请同仁批评指正,以便在今后的工作中修正。

著 者

2011年2月24日

目 录

序

前言

第 1 章 青海湖裸鲤研究概述	1
1.1 分类地位	1
1.2 种群分布	4
1.3 种群衰退	5
1.4 研究和保护概况	7
1.5 濒危等级评估	9
第 2 章 青海湖裸鲤的栖息环境	15
2.1 地理概况	15
2.2 水体理化特征	18
2.3 鱼类区系	19
2.4 水生生物	20
2.5 鸟类	20
2.6 湖区社会经济发展概况	21
第 3 章 青海湖裸鲤生物学研究	22
3.1 年龄	22
3.2 生长	29
3.3 胚胎发育	36
3.4 食性	37
3.5 繁殖	38
第 4 章 青海湖裸鲤生理学研究	46
4.1 肠道组织学特征	46
4.2 营养成分和氨基酸含量	48
4.3 无机元素	51
4.4 脂肪酸	52
4.5 血液	53
4.6 消化酶	53
4.7 卵毒	54

第 5 章 青海湖裸鲤遗传学研究	55
5.1 遗传多样性研究	55
5.2 染色体及核型分析	76
5.3 线粒体 DNA 的分子系统发育	77
第 6 章 青海湖裸鲤资源量研究	81
6.1 资源量研究方法	82
6.2 青海湖裸鲤的垂直分布	84
6.3 青海湖裸鲤的水平分布	86
6.4 青海湖裸鲤的分布类型	87
6.5 青海湖裸鲤种群生物量	87
6.6 讨论	88
第 7 章 青海湖裸鲤保护与管理	91
7.1 保护管理的现状	91
7.2 面临的主要问题	95
7.3 保护措施与对策	98
参考文献	104
附录 I 青海湖流域生态环境保护条例	112
附录 II 青海湖裸鲤繁育技术规程(GB/T 19527—2004)	117
附录 III 青海湖裸鲤(GB/T 21444—2008)	125
图版	

第 1 章 青海湖裸鲤研究概述

正名:青海湖裸鲤(图 1-1)

学名:*Gymnocypris przewalskii przewalskii* (Kessler)

英文名:Naked carp of Qinghai lake

地方名:湟鱼、无鳞鱼

同物异名:*Schizopygopsis przewalskii* Kessler 1876

Gymnocypris przewalskii Herzenstein 1891

Gymnocypris roborowskii Herzenstein 1891

Gymnocypris leptcephalus Herzenstein 1891

Gymnocypris chengi Tchang et Chang 1963

Gymnocypris depressus Tchang et Chang 1963

Gymnocypris chinghainensis Tchang et Chang 1963

Gymnocypris convexa ventris Tchang et Chang 1963

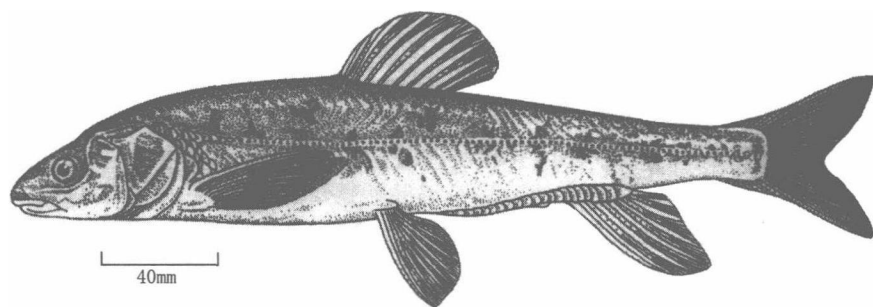


图 1-1 青海湖裸鲤 (仿朱松泉和武云飞, 1975)

1.1 分类地位

青海湖裸鲤隶属于鲤形目 (Cypriniformes)、鲤科 (Cyprinidae)、裂腹鱼亚科 (Schizothoracine)、裸鲤属 (*Gymnocypris*), 是我国特有种。裂腹鱼类 (Schizothoracine fish) 是分布于亚洲高原地区的一群特殊的鲤科鱼类, 世界上的裂腹鱼亚科有 12 属, 中国约产 11 属 76 种和亚种 (陈毅峰和曹文宣, 2000)。裸鲤属鱼类为高

原分布极广的类群,我国有 7 种 4 亚种,主要分布在我国青藏高原的黄河上游河流与湖泊,长江上游,澜沧江永春河,雅鲁藏布江附近的羊卓雍湖、浪错、佩枯湖等,以及内陆水体格尔木河、青海湖、库尔雷克湖等。

裂腹鱼亚科分属检索

- 1 (4) 下咽齿 3 或 4 行
- 2 (3) 须 2 对,吻部正常 裂腹鱼属 *Schizothorax* Heckel
- 3 (2) 须 1 对,吻部宽扁 扁吻鱼属 *Aspiorhynchus* Kessler
- 4 (1) 下咽齿 2 行或 1 行
- 5 (20) 下咽齿 2 行
- 6 (11) 须 1 对
- 7 (10) 体被细鳞
- 8 (9) 下颌前缘具锐利角质 重唇鱼属 *Diptychus* Steindachner
- 9 (8) 下颌前缘无锐利角质 叶须鱼属 *Ptychobarbus* Steindachner
- 10 (7) 体裸露无鳞 裸重唇鱼属 *Gymnodiptychus* Herzenstein
- 11 (6) 无须
- 12 (19) 下咽骨较狭窄,呈弧形;下咽齿细圆,顶端尖;肩带部分具少数不规则鳞片
- 13 (16) 口端位或亚下位;下颌前缘无锐利角质,或仅在内侧有之但不形成锐利角质前缘;颊部和颊部每侧具一列较明显的黏液腔
- 14 (15) 吻部正常,腹部起点位于背鳍起点之后的下方,腹膜黑色 裸鲤属 *Gymnocypris* Günther
- 15 (14) 吻部尖长,腹部起点位于背鳍起点之前的下方,腹膜灰白色 尖裸鲤属 *Oxygymnocypris* Tsao
- 16 (13) 口下位,口裂横直或略呈弧形;下颌前缘具锐利角质;颊部和颊部的黏液腔不明显
- 17 (18) 下颌的锐利角质前缘平直向前,其长度大于或等于眼径 裸裂尻鱼属 *Schizopygopsis* Steindachner
- 18 (17) 下颌的锐利角质前缘向上倾斜,其长度显著小于眼径 黄河鱼属 *Chuanchia* Herzenstein
- 19 (12) 下咽骨宽阔,略呈三角形;下咽齿侧扁,顶端平截;肩带部分无明显鳞片 扁咽齿鱼属 *Platypharodon* Herzenstein
- 20 (5) 下咽齿 1 行,体裸露无鳞 高原鱼属 *Herzensteinia* Chu

裸鲤属分种检索

- 1 (20) 下咽齿 2 行
- 2 (9) 背鳍末跟不分枝鳍条较弱,其后侧缘的锯齿细小或仅为锯齿痕迹
- 3 (4) 第一鳃弓鳃耙数较多,外侧 20~28 枚,内侧 28~40 枚(西藏佩枯湖、截错龙湖) 软刺裸鲤 *G. dobula* Günther
- 4 (3) 第一鳃弓鳃耙数较少,外侧 18 枚以下,内侧 28 枚以下
- 5 (6) 口端位,第一鳃弓内侧鳃耙 18~28 枚(羊卓雍湖、哲古湖、珀莫错、莫特里湖、嘎罗维金马湖) 高原裸鲤 *G. waddellii* Regan
- 6 (5) 口亚下位,第一鳃弓内侧鳃耙 18 枚以下 花斑裸鲤 *Gymnocypris eckloni* Herzenstein

- 7 (8) 臀鳞行列的前端一般不达腹部基部(澜沧江、岷江) 松潘裸鲤 *G. potanini potanini* Herzenstein
- 8 (7) 臀鳞行列的前端一般到达或接近腹部基部(金沙江) 硬刺松潘裸鲤 *G. potanini firmispinatus* Wuet Wu
- 9 (2) 背鳍末跟不分枝鳍条较强,其后侧缘的锯齿发达
- 10 (13) 口端位,口裂倾斜
- 11 (12) 腹鳍起点与背鳍第四根分枝鳍条的基部相对(西藏兰格湖) 兰格湖裸鲤 *G. chui* Tchang, Yueh et Hwang
- 12 (11) 腹鳍起点与背鳍第一或第二根分枝鳍条的基部相对(青海省逊木措湖) 斜口裸鲤 *G. scoliotomus* Wu et Chen
- 13 (10) 口亚下位,口裂平直
- 14 (17) 背鳍和尾鳍通常具有明显的斑点,在较小个体中体侧的斑点尤为显著
- 15 (16) 下颌内侧无角质,或内侧的角质不发达不呈嵴状(格尔河、黄河) 花斑裸鲤 *G. eckloni eckloni* Herzenstein
- 16 (15) 下颌内侧的角质较发达,不呈嵴状(甘肃河西走廊的石羊河、弱水河疏勒河) 祁连裸鲤 *G. ecklonis chiliensis* Li et Chang
- 17 (14) 背鳍和尾鳍通常无明显的斑点;体侧无斑点但有块状暗斑
- 18 (19) 鳃耙背缘的两侧各有1列明显的突起;第一鳃弓鳃耙数偏多,外侧13~51(集中于23~36枚),内侧23~72(集中于35~54)枚(青海湖) 青海湖裸鲤 *G. przewalskii przewalskii* (Kessler)
- 19 (18) 鳃耙背缘的两侧各无明显的突起;第一鳃弓鳃耙数偏少,外侧12~29(集中于15~20枚),内侧18~46(集中于23~30)枚(青海省甘子河) 甘子河裸鲤 *G. przewalskii ganzihonensis* Zhu et Wu
- 20 (1) 下咽齿一般为1行(西藏纳木错) 纳木错裸鲤 *G. namensi* (Wu et Ren)

青海湖裸鲤体长形,稍侧扁,头锥形。口近端位或亚下位,呈马蹄形。上颌略微突出,下颌前缘无锐利角质。唇狭窄,唇后沟中断,无须。身体裸露无鳞,除臀鳞外,在肩带部分有2或3行不规则的鳞片。侧线平直,侧线鳞前端退化成皮褶状,后段更不明显。背鳍具发达而后缘带有锯齿的硬刺。体背部黄褐色或灰褐色,腹部浅黄色或灰白色,体侧有大型不规则的块状暗斑;各鳍均带浅红色,但无斑点。

青海湖裸鲤的分类研究始于19世纪下半叶,Kessler于1876年最先将 *Przewalskii* 1874年采自青海湖的一尾标本定名为 *Schizopygopsis przewalskii*,但在描述中未曾提到下颌前缘是否有锐利角质。后来,Herzenstein(1891)结合 *Przewalskii* 1880年和1886年采自青海湖的标本,补充描述了该鱼模式标本,将属名更定为 *Gymnocypris*,并一直沿用至今。同时他还根据背鳍起点位置和口裂前缘与眼下缘的相对位置建立了两个新种:*G. roborowskii* 和 *G. leptcephalus*。张春霖和张玉玲(1963a,1963b)根据腹部有鳞片和唇为肉质的特征建立了新种 *G. chengi*;后又根据头形、第一鳃弓鳃耙数和口裂前缘与眼球的相对位置等特征确立了两个新种 *G. depressus* 和 *G. chinghainensis*;之后根据体长和体高之比建立了一个新

种 *G. convexa ventris*。后来,朱松泉和武云飞(1975)在测量大量标本后,发现这 7 个种都是 *Gymnocypris przewalskii przewalskii* 的同物异名。Herzenstein (1891)及张春霖和张玉玲(1963a, 1963b)建立新种所依据的特征都只是种内的变化,由于栖息地环境的变化导致青海湖裸鲤的形态特征在种内有很大的变异,并进一步根据形态和地理差异,把青海湖地区的裸鲤归结一个种 *Gymnocypris przewalskii*,两个亚种即青海湖裸鲤 *Gymnocypris przewalskii przewalskii* 和甘子河裸鲤 *Gymnocypris przewalskii ganzihonensis*,其中甘子河裸鲤仅分布于青海湖附近的甘子河,并认为这两个亚种的分化是由于地理隔离的原因造成的。青海湖裸鲤具有溯河洄游繁殖的习性,湖周各河流的水域条件都会有一定的差异,加上高原的特殊环境,或许就导致在长时间的进化过程中青海湖裸鲤积累了大量的变异,形成了较大的形态特征变化,从而引起早期形态分类上的一些混乱。

分子系统发育的研究表明(赵凯等,2005),青海湖裸鲤在种的水平上没有显示分化,支持上述同物异名的研究结果,但同时也认为甘子河与青海湖的隔离是非常新近的事件,甘子河裸鲤与青海湖裸鲤并未显示出明显的遗传分化,不支持青海湖裸鲤为一个多型种。

1.2 种群分布

青海湖裸鲤为冷水性鱼类,主要分布在青海湖及其支流中,在湖中生长,繁殖季节洄游到支流中产卵。20 世纪 60 年代,在伊尔德马河、智海确河、黑马河、布哈河、巴哈乌兰河、沙柳河、哈尔盖河等支流中均有分布(朱松泉和武云飞,1975)。据青海省环境水文地质总站统计,50 年代湖区共有大小河流 128 条,随着气候的干旱及人为活动的加剧,目前湖区大部分河流已干涸。现在,每年 5~6 月,在布哈河、黑马河、沙柳河和泉吉河都能见到大批聚集洄游的鱼群。曾是主要繁殖河道之一的哈尔盖河由于上游水质污染,青海湖裸鲤数量急剧下降,偶尔能见到几尾。甘子河裸鲤的数量也明显减少,2003 年采到的最大个体仅 14cm(赵凯等,2006),远不及原来的最大体长 31.5cm(朱松泉和武云飞,1975)。19 世纪 80 年代在青海柴达木盆地东部的克鲁克湖发现有青海湖裸鲤分布,被认为是青海湖裸鲤指名亚种的不同地理居群(武云飞和吴翠莲,1991),但目前该湖已放养了大量经济鱼类(王振吉和赵淑梅,1996),这一地理种群可能现有数量极少或濒临灭绝(赵凯等,2006)。青海湖裸鲤种群分布见彩图 1-2。

1.3 种群衰退

1.3.1 衰退过程

青海湖裸鲤是青海湖中唯一的经济鱼类,其原始蕴藏量为 32 万 t。1960~2008 年青海湖裸鲤的资源变化情况见图 1-3。20 世纪 60 年代初资源量达 20 多万 t,70 年代初逐渐下降到 2.05 万 t,80 年代初为 1.74 万 t,90 年代初为 1.26 万 t,90 年代末下降到 0.34 万 t,青海湖裸鲤资源处于严重衰退之中,已不具备开发能力。2002~2009 年的水声学探测结果表明:其资源量为 0.26 万~2.73 万 t,表现出一定的回升趋势。

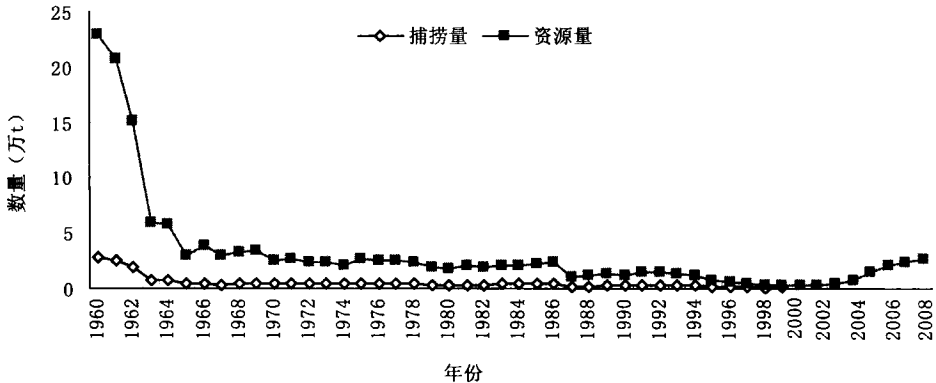


图 1-3 1960~2008 年青海湖裸鲤资源量变化趋势

青海湖裸鲤资源的衰竭始于 20 世纪 60 年代初期的大规模捕捞,捕捞产量超过了青海湖裸鲤种群增殖的能力,特别是在黑马河、布哈河、泉吉河、沙柳河、哈尔盖河大量捕杀产卵亲鱼群体,造成青海湖裸鲤资源的急剧衰减。1959~1962 年的 4 年间,渔轮作业捕捞量平均为 1300~5000t,仅占总捕捞量的 10%~15.9%,其余都为产卵场和河口地区大拉网、“迷魂阵”和抬网捕捞的产卵亲鱼和后备繁殖群体,年捕捞数量达到 11 700~25 532t,4 年总计损失产卵亲鱼(或后备产卵亲鱼)共 69 600t。

1963 年以后,大拉网、“迷魂阵”、小眼挂网和抬网捕捞被限制,冬季全部禁捕,并加强了产卵场的保护和管理,只保留了青海湖渔场 3 对渔轮在深水区的捕捞活动,捕捞非产卵鱼群。此外,当时春旱发生频率低,河道水位稳定,对亲鱼产卵活动影响较小,渔业资源趋于稳定,1963~1979 年鱼产量稳定在 4560 t/a。

1990 年以后,产卵场的人为破坏、河水水位下降以及河口地区泥沙淤积,对青

青海湖裸鲤的繁殖洄游产生了严重影响。沙柳河、哈尔盖河因修建拦河大坝,阻断了青海湖裸鲤产卵繁殖的通道,在枯水季节因河道中没有水,青海湖裸鲤不能进入沙柳河产卵;丰水季节,虽然河道中有水流,但产卵亲鱼只能到达拦河坝下,被大量偷捕。

青海湖裸鲤种群的衰退不仅表现在数量上,而且表现在生物学方面,群体向小型化、低龄化发展(表 1-1)。20 世纪 60 年代见到的最大个体达 10~20kg(胡安等, 1975),而在 2002 年的调查中,在青海湖裸鲤增殖放流站见到的最大一尾体重为 2.2kg,相差近 10 倍。

表 1-1 不同年份青海湖裸鲤平均体长、体重

年份	20 世纪 60 年代	20 世纪 70 年代	20 世纪 80 年代	20 世纪 90 年代	2002~2009 年
平均体长(mm)	288	269	254	240	245
平均体重(g)	463	368	300	175	190

1.3.2 主要原因

(1)过度捕捞。青海湖裸鲤自 1957 年开发以来,已累计产鱼 20.8 万 t,1994 年鱼产量约占青海全省鱼产量的 90%。青海湖裸鲤资源利用经历了三个阶段:1957~1959 年产量低,资源未充分开发利用;1960~1962 年产量最高,是开发初期进行强度捕捞的结果,虽然获得高产,但已经捕捞过度;1963 年以后产量急剧下降,资源逐年衰退。每网产量由 1960 年的几万公斤,到 1970 年后只有几千公斤,甚至为零。从 20 世纪 80 年代开始,过度捕捞和偷捕滥捞现象趋于严重,尤其是在产卵期间,大量的亲鱼聚集在河口地区被偷捕人员抢捕一空,使青海湖裸鲤资源量锐减。青海湖裸鲤产卵量减少导致种群后备补充群体也急剧减少,给资源增殖恢复造成了极大的困难。

(2)产卵场破坏。青海湖裸鲤繁殖具有溯河洄游习性。青海湖水位的下降,水面萎缩,造成产卵场缩小,产卵鱼群因水浅不能进入各支流产卵繁殖。受气候干旱的影响,青海湖大部分支流已长期干涸或成间歇性河流,入湖河流数量由 20 世纪 50 年代的 108 条骤减至现在的 8 条,仅剩的可供青海湖裸鲤产卵繁殖的支流也由原来的 711km 减少到 278km。这些河流在 5~7 月均有断流发生。据统计,至 1995 年布哈河因断流而搁浅致死的青海湖裸鲤亲鱼达 300t,2001 年一次因断流致死亲鱼 135t。断流和流量不稳定,还使待孵化的受精卵干死(王基琳,2005a)。

此外,在河道建坝设闸,引河水灌溉,阻断了青海湖裸鲤产卵繁殖通道,使天然产卵场遭到毁灭性的破坏。大量亲鱼不能上溯产卵而聚集在拦河坝下,导致最终搁浅死亡。青海湖北岸的沙柳河、哈尔盖河已被完全截断,进行农业灌溉之用,春

灌之时,正是青海湖裸鲤的繁殖季节,严重影响青海湖裸鲤繁殖用水需求。

(3)生境因素。青海湖作为我国最大的内陆咸水湖泊,其自然生态环境的独特性构成了青海湖区最为独特的高寒生态系统。青海湖裸鲤是个体较大,生长缓慢和怀卵量小的高原鱼类。由于湖区气候相对较为寒冷和湖水饵料贫乏,生长速度十分缓慢,决定了其种群的稳定性较差,容易受到外界波动的影响。青海湖水位逐年下降,河流水量的减少使水体萎缩,湖水矿化度和碱度升高,其含盐量由20世纪60年代初的12.49g/L,增加到2001年的16g/L,pH由9.0上升到9.2,严重影响水生饵料生物及鱼类的生长和发育(张金兰和覃永生,1997;史建全等,2004a)。实验证明,青海湖裸鲤在尕海中不能生存(其含盐量为26%,pH为9.5),主要是碱度太高,造成青海湖裸鲤中毒死亡。水污染的加剧,也对青海湖裸鲤存在威胁,自80年代以来,每年均有多次由于羊药浴后的药液排入河道及湖中,造成青海湖裸鲤产卵亲鱼中毒死亡事故发生,导致资源的严重损失。

1.4 研究和保护概况

1.4.1 研究概况

青海湖裸鲤的研究和保护,对我国特有鱼类种质资源保护、地区生态平衡维护和湖区渔业资源可持续利用具有重要意义。20世纪50年代以来,我国在青海湖裸鲤研究和保护方面开展了一系列的工作。

20世纪50年代,中国科学院水生生物研究所等单位对青海湖渔业资源及渔业生物学进行了系统调查,提出了开发渔业资源的建议。1961年,中国科学院组织“青海湖综合考察队”从湖区地质地貌、湖水理化性质、水生生物和地球化学等方面对青海湖进行了较为全面的综合考察,编著了《青海湖综合考察报告》(中国科学院兰州地质研究所等,1979)。

20世纪60~70年代中国科学院西北高原生物研究所在青海湖裸鲤生物学、渔业生产和渔业区划等方面有过较全面的研究,在总结以往研究成果的基础上于1975年编著了《青海湖地区鱼类区系和青海湖裸鲤的生物学》一书,为后来青海湖裸鲤研究奠定了基础。1988年联合国粮食及农业组织援助青海“青海渔业发展”项目,进行了青海湖鱼类资源、饵料生物和水域环境理化因子等的调查(Walker et al.,1996)。

“九五”以来,青海湖裸鲤救护中心、中国水产科学院长江水产研究所等单位依托“青海湖裸鲤人工繁殖生物学与放流技术研究”、“青海湖裸鲤资源动态监测与管理”、“青海湖裸鲤原种扩繁”、“青海湖裸鲤种苗池塘养殖与增殖放流”等项目,

开展了比较系统的研究工作,主要包括年龄与生长(熊飞等,2006)、繁殖生物学(史建全等,2000a;张信等,2005)、人工繁殖和增殖技术(史建全等,2000b)、群体遗传学(Chen et al., 2005; 蒋鹏等,2009)和资源量评估(Chen et al., 2009)等,并制定了国家标准《青海湖裸鲤繁育技术规程》(GB/T 19527—2004)和《青海湖裸鲤》(GB/T 21444—2008)(见附录Ⅱ和附录Ⅲ)。

另外,许多单位或研究人员还开展了大量分散的研究工作,除上述系统研究的方面以外,还涉及生理生化(丛淑品等,1982;王典群,1987,1988;张才俊等,1992;杨绪启等,1998;施玉樑等,1995;魏乐,2000;李太平等,2001a, 2001b;祁得林和李军祥,2002;Wang et al., 2003;祁得林,2003;许生成,2003;李晓卉和张雁平,2005a,2005b;王申,2005;Wood et al., 2007;Matey et al., 2008;Brauner et al., 2008;Wang et al., 2008;Casselmana et al., 2008;Cao et al., 2008;Chen et al., 2008;秦桂香等,2008)、分子系统进化(赵凯,2001a;Zhao,2007)、种质资源(许生成等,2003;李太平和李均祥,2003;祁得林,2004;陶元清,2005a,2005b)、资源利用与保护(张玉书和陈瑗,1980;赵利华,1982a;陈民琦等,1990;王基琳,2005b;陈燕琴等,2006;史建全,2008)、系统进化(谢振宇,2005;赵凯,2005;赵凯等,2005;祁得林等,2006;谢振宇等,2006;赵凯等,2006)、体内寄生虫(刘立庆等,1981;杨廷宝和廖翔华,1996,1999;杨廷宝等,2000, 2001)等方面。

大量的研究作为青海湖裸鲤资源的恢复、保护和可持续利用奠定了坚实的基础。

1.4.2 保护概况

青海湖湖泊生态以水生生物—鱼类—鸟类—草原为主,而青海湖裸鲤是青海湖中唯一的大型经济鱼类,也是湖中重要的生物因子和食鱼鸟类赖以生存的物质基础,在湖泊生态系统中起着核心作用。1964年青海湖裸鲤被列为国家重要和名贵的水生经济动物,1994年《中国生物多样性保护行动计划》将其列入鱼类优先保护物种二级名录,2003年被列为青海省重点保护水生野生动物,2004年被列入《中国物种红色名录》(濒危)(汪松和谢焱,2004)。

由于生态恶化和过度捕捞等因素的影响,青海湖裸鲤的产卵场遭到严重破坏,产卵群体数量严重不足,种群构成日益低龄化,资源急剧减少,严重影响到湖泊生态系统的良性循环。为了有效保护青海湖渔业资源,青海省政府从1986年开始,先后四次对青海湖实施封湖育鱼,第四次全面封湖育鱼从2001年开始至2010年,历时10年,全面禁渔。与此同时,渔业部门严厉打击非法捕鱼活动,并在青海湖北岸建立了青海湖裸鲤人工放流站,对其资源进行增殖。2004年,青海省又将青海湖裸鲤人工放流站与青海省鱼类原种良种场合并,成立了青海湖裸鲤救护中心,对