

## Research Progress of Water Environment of *Gymnocypris przewalskii*

Yue Qi, Wei Wang, Shuangxi Zhou

The Eco-Environment Engineering College, Qinghai University, Xining  
Email: [shengkeqiye@163.com](mailto:shengkeqiye@163.com)

Received: Nov. 19<sup>th</sup>, 2013; revised: Dec. 24<sup>th</sup>, 2013; accepted: Jan. 6<sup>th</sup>, 2014

Copyright © 2014 Yue Qi et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. In accordance of the Creative Commons Attribution License all Copyrights © 2014 are reserved for Hans and the owner of the intellectual property Yue Qi et al. All Copyright © 2014 are guarded by law and by Hans as a guardian.

**Abstract:** Qinghai Lake is with an elevation of 3196 metres and covers an area of 4583 square kilometers. It is the largest inland saltwater lake in China. It has special ecology, scientific research, protection value and economic significance because of its unique natural ecological environment and biodiversity leading to a special type of biosphere. *Gymnocypris przewalskii* is the only wild economic fish in Qinghai Lake, and the resource conservation and recovery of it are the pivotal issues of comprehensive management of the ecological environment in Qinghai Lake. Research and analysis of the water quality of water environment in which *Gymnocypris przewalskii* lives will give us the theoretical basis for better protection of *Gymnocypris przewalskii*.

**Keywords:** Qinghai Lake; *Gymnocypris przewalskii*; Water Environment

## 青海湖裸鲤水环境研究进展

祁 玥, 王 维, 周双喜

青海大学生态环境工程学院, 西宁  
Email: [shengkeqiye@163.com](mailto:shengkeqiye@163.com)

收稿日期: 2013年1月19日; 修回日期: 2013年12月24日; 录用日期: 2014年1月6日

**摘 要:** 青海湖海拔 3196 米, 面积 4583 平方公里, 是我国最大的内陆咸水湖泊, 有独特的自然生态环境和生物多样性, 构成了特殊类型的生物圈, 具有特殊的生态、科研、保护价值和经济意义。青海湖裸鲤是青海湖中唯一一种大型野生经济鱼类, 青海湖裸鲤资源保护与恢复是青海湖生态环境综合治理的关键。对青海湖裸鲤生存的水环境水质进行研究分析, 为更好的保护青海湖裸鲤提供理论依据。

**关键词:** 青海湖; 裸鲤; 水环境

### 1. 前言

青海湖又称“西海”, 地处青藏高原东北部, 位于东经 99°36'~100°16', 北纬 36°32'~37°15'之间, 湖面平均海拔 3192 m, 湖水面积 4160 km<sup>2</sup>, 湖周长 360 km, 流域面积 29,660 km<sup>2</sup>, 是中国最大的内陆咸水湖, 世界上海拔最高的湖泊之一(图 1)。青海湖是青藏高原

的“加湿器”, 气候的“平衡器”; 受世界性气候变化及人为活动的影响, 青海湖流域本身很脆弱的自然环境遭到破坏, 出现土地沙化、草场退化、湖水位下降、水面积退缩等一系列生态失衡问题, 不仅严重阻碍流域内地方经济的可持续发展, 并在一定程度上加剧了青藏高原气候的异常变化, 从而威胁三江源区的生态,



Figure 1. Geographic position of Qinghai Lake  
图 1. 青海湖地理位置

间接影响国内的气候环境<sup>[1]</sup>。青海湖自然生态环境和生物多样性受高寒干旱生态系统内部结构特征的限制，湖区气候相对较为寒冷，水温较低，鱼类饵料生物种类少，生物量低，表现出湖区生态系统结构简单、脆弱，系统稳定性差的特点，构成了特殊类型的生物圈。青海湖湖泊生态以水生生物-鱼类-鸟类-草原为主。鱼类资源在青海湖生态系统生物链中起到非常重要的作用<sup>[2]</sup>。青海湖裸鲤是青海湖生物物种中最重要因子，在环湖生物链中起着核心地位，对整个青海湖生态系统中起到非常重要的作用。青海湖裸鲤资源保护与恢复是青海湖生态环境综合治理的关键。选择对青海裸鲤生存水环境水质特征的研究对青海裸鲤的养护具有重要意义。对青海湖裸鲤的生存水环境的研究符合国家发展经济、改善生态环境，对维护青海湖流域生态平衡起到了积极作用，是青海生态立省的需要，既具有重要的科学、理论意义，又具有实际的应用价值。

## 2. 鱼类生存水环境研究进展

目前水质对鱼类影响的研究很多，包括重金属、pH、温度、溶解氧等。

### 2.1. 重金属对鱼类的影响

重金属污染是近年渔业环境污染的公害之一。随着工农业的发展，大量的重金属污染物通过多种途径释放进入水体而造成污染，浓度严重超标的一些重金属离子对鱼类有毒害作用，常常扰乱鱼类的正常生命活动，引起鱼类的中毒和死亡，并且已经证实水中的重金属污染物可通过食物链传递进入人体并对人类造成严重的危害<sup>[3]</sup>。水体中重金属浓度很小时即产生毒性，具有高度危害性和难治理性，其毒性和稳定性

取决于它的存在形态，随水环境条件改变，各种存在形态之间可相互转化，具有形态多变性。重金属多为非降解型有毒物质，可沿食物链被生物吸收、富集(富集系数可达 104 以上)，最终造成人体积累和慢性中毒，使生态效应具有浓缩和累积作用。温度、酸碱度与重金属的释放量有关，当温度升高，重金属释放量增大。酸性条件导致沉积物中重金属碳酸盐溶解，故酸度增高，重金属释放量增大<sup>[3]</sup>。

### 2.2. 浮游植物对鱼类的影响

浮游植物种类很多，主要有蓝藻、隐藻、甲藻、金藻、黄藻、硅藻、裸藻和绿藻等。浮游植物是鱼类的天然饵料，一般硅藻等的营养价值比较高，其次是绿藻、黄藻等，而蓝藻较差，但蓝藻中少数种类如螺旋鱼腥藻和拟鱼腥藻的蛋白质含量高，鱼类也易于消化。然而浮游植物中有些种类还易引起鱼病，如大多数蓝藻水华，小三毛金藻优势所形成的水质具有毒性，较轻时影响鱼类生长，严重时造成鱼类中毒死亡。卵甲藻引起鱼类卵甲藻病。绿藻优势在强烈阳光下，光合作用强，形成水体氧过饱和，引起孵化的卵、苗和下塘不久的幼苗得气泡病大量死亡；丝状绿藻优势不但鱼类难以利用，使水质变瘦，还影响鱼类苗种活动而降低成活率。

浮游植物对水环境的影响主要是正面的。它们是水体的原初生产者，不但要为鱼类直接和间接提供天然活饵料，而且还是水体溶氧的主要制造者(占溶氧来源的 80%~90%)。但有些种类，如上蓝藻占优势，使水质具有毒性，并制约其他藻类生长、繁殖，同时产氧力差；裸藻优势，自身大量死亡后形成一层黄锈色膜，覆盖水面遮光、隔气造成缺氧等。

### 2.3. pH、溶解氧等对鱼类的影响

有研究表明<sup>[4]</sup>，黄颡鱼耐酸能力较强。对黄颡鱼进行生长试验，pH = 7.6 时增重最多，而 pH = 5.2 增重最少，在 pH = 5.2 - 7.6 范围内生长和 pH 密切相关，最适于黄颡鱼生长的 pH 范围为 7.0~7.6。光倒刺鲃适宜生存的 pH 范围为 5.5~8.3<sup>[5]</sup>。pH 对光倒刺鲃的增重率有极显著的影响，在 pH = 6.0 时，光倒刺增重最快，pH = 7.0 时次之，pH = 8.0 时最慢<sup>[5]</sup>。据国外的生态研究，溶解氧影响对淡水鱼的生存，溶解氧在 0.3~2.9 ppm 时，不适应鱼的生存；溶解氧在 3.0~4.9 ppm 时，

不太适应大多数鱼的生存；溶解氧在 5 ppm 以上时，适应鱼的生存。 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ (特别是  $\text{Ca}^{2+}$ )是水生生物生命过程所不可缺少的营养元素和水质改良剂<sup>[6]</sup>。有研究表明<sup>[7]</sup>，pH 值对水生动物的生长有一定的影响， $\text{Ca}^{2+}$ 和 pH 值在影响其生长的过程中有一定的交互作用。不同氮浓度对藻类生长有一定的影响，高氮条件下(4.500~30.000 g/L)被试藻类生长减缓甚至停滞，而藻类是鱼类的天然鱼饵<sup>[8]</sup>。水体氮磷含量过高会造成水体富营养化，会使大大加速藻类植物的过度增殖，降低水质的透明度，从而导致水质恶化和破坏，造成鱼类的死亡。

### 3. 裸鲤生存水环境研究进展

青海湖裸鲤[*Gymnocypris przewalskii* (Kessler)]俗称湟鱼，属鲤形目(Cypriniformes)，鲤科(Cyprinidae)，裂腹鱼亚科，裸鲤属，是青海湖中惟一的水生经济动物(如图 2)。青海湖裸鲤为高原低温盐碱性水域经济鱼类。适应性强，在半咸水(青海湖水含盐量 12‰~13‰)或淡水中均可生活，喜栖息于滩边、大石堆间流水缓慢处、深潭或岩缝中。杂食性，主要摄食藻类、轮虫、甲壳类、水生昆虫和小鱼。其个体相对较大，生命周期较长，但生长缓慢、年龄序列长和怀卵量较少，资源一旦遭到破坏，很难恢复<sup>[9]</sup>。20 世纪 60 年代初的国内自然灾害时期，青海湖裸鲤曾拯救了青海成千上万人的生命，为此，青海人民对湟鱼有至深情感。然而，由于青海湖区生态环境恶化，人为过度捕捞，青海裸鲤资源日渐衰竭，资源量由解放初期的 10 万 t 减至现今的 7500 t，其速度是惊人的，依此趋势，不出 50 年，青海裸鲤作为一个物种将灭绝<sup>[10]</sup>。1986 年青海省人民政府对青海湖采取封湖育鱼 3 年的措施。有研究表明，封湖前裸鲤资源已遭到严重破坏，3 年封湖对于资源回升起到一定的作用<sup>[11]</sup>。

青海湖水质变化对鱼类生存影响很大<sup>[1]</sup>。一方面，近百年来青海湖水体的盐度(矿化度)、酸碱度(pH 值)变化明显。盐度由 1962 年的 12.5 g/L 上升至 2001 年的 16 g/L，年均上升 0.08 g/L；湖水的酸碱度 1962 年均值为 9.0，2001 年达到 9.2，且 pH 值 9.5 以上的水域已经超过湖水面积的 50% 以上，并有进一步扩展趋向<sup>[1]</sup>。盐度、酸碱度上升的主要原因在于水量蒸发损失及河流、风沙带入泥沙等含矿物的水溶解与沉积(年入湖总沙量约 980 万 t)。以盐度、酸碱度的静态上升



Figure 2. *Gymnocypris przewalskii*  
图 2. 青海湖裸鲤

趋势，数百年后，青海湖演变成第二个茶卡盐湖或察尔汗盐湖的可能性是非常大的。显然，青海湖鱼类将无法生存在这种环境中。从鱼类生物学、生态学的理论分析，酸碱度(pH 值)9.5 以上，鱼类即无法生存<sup>[1]</sup>。也就是说，在青海湖，鱼类的生存空间已受到极大限制；另外，青海湖水的盐度、酸碱度上升负面影响到饵料生物的生长，反过来又对鱼类的生长发育造成不利影响。青海湖东北角的尕斯库勒湖和德令哈市的尕斯库勒湖中的鱼类早已消失，与湖水的高盐、高碱不无关系。另一方面，青海湖流域人口的增长和旅游者的逐年增多，生产生活中产生的污染物也日益增加。据了解，每年流域内排入河的医疗污水超过 2 万 t；区内工业企业污水总量近 60 万 t，其中直接排入河约 17 万 t；另外，生活垃圾、污水、采矿处理物、建筑废弃物、牲畜加工药物废液、农牧业生产中施用化肥、农药、杀虫剂、杀鼠剂等也对青海湖区造成一定污染<sup>[1]</sup>。如青海湖东的耳海，因接纳上游倒淌河地区牲畜加工、工业、生产污水排水，污染较重，几近一塘死水，过去可见的几种高原鳅也已消失。

### 4. 展望

青海湖生态环境保护与可持续发展研究已成为学术界与政府乃至公众关注的热点与焦点。近几年对青海湖生态环境的研究包括对青海湖生态环境保护与可持续发展，开展环境影响评价，选择环境、科研、经济三方面的有利条件，对水资源、土地资源、草场资源、鱼类及野生动植物资源的开发利用，对青海裸鲤资源增殖途径和技术的研究等。

青海湖为青海湖裸鲤主要分布区，占青海湖鱼类全部资源量的 95% 以上。青海湖裸鲤是青海湖的特有鱼种，是青海湖中唯一一种大型野生经济鱼类，是青

藏高原系宝贵的鱼类种质资源，具有较高的生物学、生态学研究价值。青海湖裸鲤是青海湖生物物种中最重要的因子，在环湖生物链中起着核心地位，对整个青海湖生态系统中起到非常重要的作用，青海湖裸鲤资源保护与恢复是青海湖生态环境综合治理的关键。

目前，对青海湖裸鲤的研究主要侧重于形态特征<sup>[12]</sup>、营养成分<sup>[13]</sup>、遗传性状<sup>[14]</sup>，分子系统发育<sup>[15]</sup>，以及某些生理生化分析如血液指标<sup>[16]</sup>、血清过氧化物酶多态性<sup>[17]</sup>和氮代谢等生理和生物化学方面。对青海湖水环境的研究主要是针对青海湖水化学特性及水质分析<sup>[18]</sup>，而对于青海湖裸鲤生存水环境水质空间变化特征分析的研究报道较少。所以今后的研究重点：青海湖裸鲤生存水环境水质空间变化特征分析和水质变化对青海湖裸鲤生存影响等方面的深入研究。

## 基金项目

青海大学中青年科研基金项目(2013-QNY-1)。

## 参考文献 (References)

- [1] 杨应梅, 刘希林, 朱智键 (2003) 青海湖鱼类面临的生态危机与环境治理探讨. *水利渔业*, **4**, 50-52.
- [2] 青海省生物研究所 (1974) 青海湖地区的鱼类区系和青海湖裸鲤的生物学. 科学出版社, 北京, 69-110.
- [3] 孙德文, 詹勇, 许梓荣 (2002) 重金属对鱼类危害作用. *水利渔业*, **5**, 36-40.
- [4] 吴萍, 曹振华, 杨立荣, 崇加荣, 宋学宏 (2001) pH 对黄颡鱼生存和生长的影响. *水利渔业*, **6**, 3-4.
- [5] 黄钧, 程光平, 章太卓, 龙秋霞, 黄彩林 (2009) pH 对光倒刺鲃生存和生长影响的初步研究. *广西畜牧兽医*, **4**, 10-12.
- [6] 杨富亿, 田明增, 李秀军, 杨欣乔 (2008) 松嫩平原碱水水域对虾体重生长速度与  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  的关系. *水产学杂志*, **1**, 26-33.
- [7] 董双林, 堵甫山, 赖伟 (1994) pH 值和  $\text{Ca}^{2+}$  浓度对日本沼虾生长和能量收支的影响. *水产学报*, **2**, 118-123.
- [8] 邱昌恩, 况琪军, 刘国祥, 胡征宇 (2005) 不同氮浓度对绿球藻生长及生理特性的影响. *中国环境科学*, **4**, 26-29.
- [9] 赵利华 (1982) 捕捞对青海湖裸鲤种群结构的影响. *高原生物学集刊*, **1**, 177-193.
- [10] 张玉书, 陈瑗 (1980) 青海湖裸鲤种群数量变动的初步分析. *水产学报*, **2**, 157-177.
- [11] 陈民琦, 林建国, 应百才 (1990) 青海湖封湖 3 年对裸鲤种群结构的影响初探. *青海大学学报(自然科学版)*, **1**, 50-56.
- [12] 史建全, 杨建新, 祁洪芳, 何文辉 (2000) 青海湖裸鲤形态特征与遗传性状. *青海科技*, **2**, 18-20.
- [13] 史建全, 杨建新, 祁洪芳, 惠金莉 (2000) 青海湖裸鲤营养成分分析. *青海大学学报(自然科学版)*, **3**, 15-18.
- [14] 祁得林 (2002) 青海湖裸鲤遗传多样性研究. 硕士论文, 浙江大学, 杭州, 1-51.
- [15] 赵凯, 李俊兵, 杨公社, 段子渊 (2005) 青海湖及其相邻水系特有裸鲤属鱼类的分子系统发育. *科学通报*, **13**, 62-69.
- [16] 许生成 (2003) 青海湖裸鲤血液指标的测定. *青海畜牧兽医杂志*, **4**, 13-14.
- [17] 祁得林, 李军祥 (2002) 青海湖裸鲤血清过氧化物酶多态性初步研究. *淡水渔业*, **5**, 57-58.
- [18] 杨建新, 祁洪芳, 史建全, 陈大庆 (2005) 青海湖水化学特性及水质分析. *淡水渔业*, **3**, 28-32.