

青海省外来鱼类调查(2001—2014年)*

唐文家¹, 何德奎^{2**}

(1: 青海省生态环境遥感监测中心, 西宁 810000)

(2: 中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

摘要: 2001—2014 年对青海省主要水体中外来鱼类组成、分布和生态习性进行了系统调查。野外调查采集到外来鱼类 30 种, 隶属 6 目 12 科 25 属, 已建群外来鱼类 16 种。其中, 黄河水系拥有的外来鱼类最多, 共 26 种; 长江上游有 4 种, 为该河段首次记录; 可鲁克湖 12 种, 是内陆水体中外来鱼类最多的水域。结合历史文献记录, 截至 2013 年, 全省记录外来鱼类 7 目 13 科 31 属 36 种, 已远超土著鱼类物种数(50 种和亚种)的一半。调查分析发现外来鱼类呈现数量持续增多、分布范围向高海拔扩张的趋势。已建群外来鱼类主要是分布于我国东部平原地区的广布型物种。虹鳟(*Oncorhynchus mykiss*)是代表性外来种, 现已在黄河上游干流部分河段形成自然繁殖群体, 其食物组成包括水生无脊椎动物和高原鳅等土著鱼类。建立水产种质资源保护区和开展外来鱼类影响研究是防控高原地区外来鱼类的必要措施。

关键词: 外来鱼类; 土著鱼类; 分布; 虹鳟

Investigation on alien fishes in Qinghai Province, China(2001 – 2014)

TANG Wenjia¹ & HE Dekui²

(1: *Qinghai Ecosystem Remote Sensing Monitoring Center, Xining 810000, P. R. China*)

(2: *Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, P. R. China*)

Abstract: We investigated the composition, distribution and ecological habits of alien fishes in major drainages in Qinghai Province during the period of 2001 – 2014. 30 alien species, belonging to 6 orders, 12 families and 25 genera, were found and collected in this survey. In total, 36 alien fishes were recorded in Qinghai Province, combined with published literatures. Among the species, 16 successfully established populations in natural water bodies, 26 were found in the upper reaches of the Yellow River where they have exceeded native fishes. 4 species were first recorded in the upper reaches of the Yangtze River. 12 species, representative of the most alien fishes among endorheic drainages, were found in Lake Keluk, an inland lake in Qaidam basin. The survey found that the numbers of alien fishes have shown continued increases, and distributions have been expanded to higher elevation drainage areas. Most of the established exotic fishes were introduced from the eastern plain of China. The steelhead, *Oncorhynchus mykiss*, a representative of exotic species from foreign countries, has established and naturalized in the upper reaches of the Yellow River. The food of steelhead was consisted of aquatic invertebrates and indigenous fish such as genus *Triplophysa*. Our survey suggested that the establishment of ecologically protected areas is necessary to control and eliminate alien fishes in the Qinghai-Tibet Plateau.

Keywords: Alien fishes; indigenous native; distribution; *Oncorhynchus mykiss*

外来种(alien species 或 exotic species)是指通过有意或无意的人类活动而被引入到过去或现在的自然分布范围及扩散力以外的物种、亚种或以下的生物分类单元。外来种中一些物种在新栖息地成功定殖、建群、扩散和暴发,对本地物种、生态系统和社会经济产生影响,被称为入侵种(invasive species)。随着人类活动对自然界影响的日益加剧,外来物种入侵已引起公众和社会各界的广泛关注,成为全球性的热点问题^[1]。生物入侵被认为是导致生物多样性丧失的主要因素之一^[2]。外来物种通过竞争和捕食作用,直接导致土著

* 国家自然科学基金项目(31201729)资助。2014-03-03 收稿;2014-08-25 收修改稿。唐文家(1977~),男,高级工程师;E-mail: qhtsy@126.com.

** 通信作者;E-mail: hedekui@ihb.ac.cn.

种濒危和灭绝;与入侵地近缘物种间杂交,携带病原生物,外来物种间的协同作用及其他生物学和生态学过程,改变了原有的生物地理分布和自然生态系统的结构与功能,导致生物多样性丧失。

青海是长江、黄河、澜沧江、内陆河流黑河、疏勒河的发源地。境内有柴达木河、格尔木河等内陆河,以及青海湖、哈拉湖、阿拉克湖、可鲁克湖—托素湖、可可西里湖泊群等内陆湖泊水系^[3]。青海水体生态类型多样,水生物种极具特色。三江源(长江源、黄河源、澜沧江源)区、可可西里内陆湖泊区是我国为数不多的没有外来物种干扰的集中区域之一,还保持着较为原生态的鱼类区系,也是我国重点生态功能保护区域,其潜在的种质资源价值和科研价值不可估量。有关青海外来鱼类的研究多侧重于养殖,而对青海外来鱼类的调查仅有零星的报道^[3-13],缺少系统的研究。为此,本文依据 2001—2014 年全省水生生物现场调查资料和数据,对外来鱼类种类组成、分布、重要外来鱼类的食物组成和生态习性进行报道,并探讨外来鱼类的来源和发展趋势,在此基础上对外来鱼类的防控提出建议。

1 材料与方法

1.1 调查区域与时间

调查区域为青海境内黄河水系、长江水系、澜沧江水系、内陆水系黑河、格尔木河、可鲁克湖—托素湖、阿拉克湖、哈拉湖(图 1)。调查时间为 2001—2014 年(表 1)。



图 1 青海省外来鱼类调查点分布

Fig. 1 Distribution of sampling sites on alien fishes in Qinghai Province, China

1.2 调查方法

调查方法主要是现场调查,其次是走访和查阅文献资料。

现场调查方式为网箱(大型水库和湖泊调查)、地笼(河流的干支流交汇处、回水弯处,水库和湖泊的浅水区)、三层刺网、五层刺网(网片 8.0 m × 1.2 m,网目依次为 2.0、3.5、4.0、7.0、9.0 cm)(水深较深、流动、砂砾石底质的河流)、脉冲捕鱼仪(可涉水性溪流和河流)。湖泊、水库的调查作业时间一般为前一天下午布设好网具,第二天上午收取渔获物。河流中的调查作业方式为当天作业当天收网,作业时间 2~4 h,或当天傍晚下网次日拂晓前收网。龙羊峡水库、可鲁克湖有长期的渔业捕捞作业水域,因此直接在其渔获物中收集标本。

表 1 青海省外来鱼类调查水域和时间
Tab. 1 The survey periods and locations of alien fishes in Qinghai Province, China

调查区域	调查水域	调查时间	说明
黄河水系	扎陵湖至玛多段	2009 年 5 月、2010 年 9 月	湖泊、干流
	茨哈峡—积石峡段	2005—2010 年 3—6 月、9—11 月	梯级水库
	湟水(包括大通河、北川河和主要水库)	2006 年 9 月、2008 年 10 月、2009 年 4 月、2010 年 5—6 月	一级、二级支流
	洮河	2009 年 3 月、2010 年 4 月	一级支流
	泽曲河	2008 年 5—7 月、2009 年 4—5 月、8—9 月、2010 年 4 月、10 月	一级支流
	隆务河	2010 年 5 月、10 月	一级支流
	大河坝河和曲什安河	2007 年 6 月	一级支流
	格曲	2009 年 11 月	一级支流
长江水系	沱沱河、通天河、尕尔曲、楚玛尔河	2009 年 6—7 月、2014 年 5—8 月	源区
	曲麻莱—玉树段(包括隆宝湖、色吾河)	2008 年 10 月、2009 年 5—7 月、2010 年 9 月	干流
	玛柯河、多柯河	2004 年 8 月、2005 年 4 月、2006 年 3 月—2007 年 12 月	大渡河源区
澜沧江水系	扎曲、香曲、巴曲	2007 年 11 月、2008 年 10 月、2009 年 5 月、2010 年 9 月	干流、支流
	草曲	2009 年 5 月	二级支流
	子曲	2011 年 5 月	一级支流
格尔木河		2001 年 8—9 月	干流、支流
黑河水系	黑河(包括八宝河、天盆河)	2010 年 5 月、11 月	干流、支流
可鲁克湖—托素湖	巴音河入湖口、湖区	2005 年 9 月、2014 年 5 月	淡水湖泊
	托素湖湖区	2005 年 9 月	咸水湖泊
哈拉湖	哈拉湖湖区	2007 年 11 月	微咸水湖泊
阿拉克湖	湖区、入湖口、出水口	2010 年 5 月、6 月、8 月	淡水湖泊

间接调查包括到当地行政主管部门了解渔业发展状况,向当地群众收集放生信息. 走访当地长期从事捕捞和有垂钓爱好的人员,以获得外来鱼类的分布状况.

本次调查研究仅为自然水域采集的鱼类,池塘和网箱养殖、垂钓以及观赏鱼未纳入到此调查范围.

1.3 标本处理和鉴定

现场清洗新鲜标本,数码相机拍照. 测量体重、体长. 选择形态完整的标本 20~30 尾,标签编号后用 10% 福尔马林浸泡固定. 并记录采集地、时间、网具、生境等信息.

鱼类物种鉴定参照最新出版的《中国动物志》硬骨鱼纲系列专著^[14-18]和最新鱼类分类研究成果^[19-25].

2 结果与分析

2.1 外来鱼类种类组成

本次调查实际采集外来鱼类有 30 种,分别隶属于 6 目 12 科 25 属. 其中,鲤形目鱼类最多,有 2 科 7 亚科 12 属 12 种,占外来鱼类总数的 40.0%;鲢形目次之,有 3 科 4 亚科 6 属 8 种,占 26.7%;鲈形目 3 科 3 属 5 种,占 16.7%;鲇形目 2 科 2 属 2 种,占 6.7%;鳊形目、合鳃目各 1 科 1 属 1 种,分别占 3.3%. 鲤形目鱼类中鲤科鱼类有 6 亚科 10 属 10 种,占鲤形目总数的 83.3%;其次为鳅科,有 1 亚科 2 属 2 种,占 16.7% (表 2).

历史资料^[7,24-25]记载的一些外来鱼类,如鳊(*Parabramis pekinensis*)、东方欧鳊(*Abramis brama orientalis*)、鳅(*Elopichthys bambusa*)、银鲫(*Carassius auratus gibelio*)、青鱼(*Mylopharyngodon piceus*)、莫桑比克罗非鱼(*Tilapia mossambic*),此次没有采集到这些标本. 结合历史文献资料,截至 2013 年,全省记录外来鱼类 7 目 13 科 31 属 36 种,数量远超过全省土著鱼类的物种数的一半(3 目 5 科 17 属 50 种)^[26].

Tab.2 The distribution of alien fishes in Qinghai Province, China

种	黄河水系				长江水系		内陆水系		
	扎陵湖至玛多	茨哈峡至积石峡	湟水干流	湟水流域水库	北川河	大通河	结古河	格尔木河	可鲁克湖
I 鲑形目 Salmoniformes									
鲑科 Salmonidae									
大麻哈鱼属 <i>Oncorhynchus</i>									
1. 虹鳟 <i>O. mykiss</i> * * *									
红点鲑属 <i>Salvelinus</i>									
2. 美洲红点鲑 <i>S. fontinalis</i> *									
哲罗鲑属 <i>Hucho</i>									
3. 哲罗鲑 <i>H. taimen</i> *									
白鲑属 <i>Coregonus</i>									
4. 高白鲑 <i>C. peled</i> * *									
5. 目笋白鲑 <i>C. muksun</i> * *									
6. 秋白鲑 <i>C. autumnalis</i> *									
银鱼科 Salangidae									
大银鱼属 <i>Protosalanx</i>									
7. 大银鱼 <i>P. hyalocranius</i> *									
胡瓜鱼科 Osmeridae									
公鱼属 <i>Hypomesus</i>									
8. 亚洲公鱼 <i>H. transpacificus nipponensis</i> * *									
II 鲤形目 Cypriniformes									
鲤科 Cyprinidae									
草鱼属 <i>Ctenopharyngodon</i>									
9. 草鱼 <i>C. idellus</i> * *									
鲮属 <i>Hemiculter</i>									
10. 鲮 <i>H. leucisculus</i> *									
鲂属 <i>Megalobrama</i>									
11. 团头鲂 <i>M. amblycephala</i> *									
鳊属 <i>Aristichthys</i>									
12. 鳊 <i>A. nobilis</i> * *									
鲢属 <i>Hypophthalmichthys</i>									
13. 鲢 <i>H. molitrix</i> * *									
鳙属 <i>Rhedeus</i>									
14. 中华鳙鳊 <i>R. sinensis</i> * * *									
麦穗鱼属 <i>Pseudorasbora</i>									
15. 麦穗鱼 <i>P. parva</i> * * *									
棒花鱼属 <i>Abbottina</i>									
16. 棒花鱼 <i>A. rivularis</i> * * *									
鲤属 <i>Cyprinus</i>									
17. 鲤 <i>C. (C.) carpio</i> * * *									
鲫属 <i>Carassius</i>									
18. 鲫 <i>C. auratus</i> * * *									
鳅科 Cobitidae									
泥鳅属 <i>Misgurnus</i>									

续表

种	黄河水系					长江水系		内陆水系	
	扎陵湖至玛多	茨哈峡至积石峡	湟水干流	湟水流域水库	北川河	大通河	结古河	格尔木河	可鲁克湖
19. 泥鳅 <i>M. anguillicaudatus</i>		*	*	*	*			*	*
副泥鳅属 <i>Paramisgurnus</i>									
20. 大鳞副泥鳅 <i>P. dabryanus</i>	*	*	*	*	*				
III 鲈形目 Perciformes									
鳢科 <i>Channidae</i>									
鳢属 <i>Channa</i>									
21. 乌鳢 <i>C. argus</i>								*	
沙塘鳢科 <i>Odontobutidae</i>									
小黄鲷鱼属 <i>Micropercops</i>									
22. 小黄鲷鱼 <i>M. swinhonis</i>		*	*		*				*
虾虎鱼科 <i>Gobiidae</i>									
吻虾虎鱼属 <i>Rhinogobius</i>									
23. 子陵吻虾虎鱼 <i>R. giurinus</i>		*	*						
24. 波氏吻虾虎鱼 <i>R. cliffordpopei</i>		*	*		*				
25. 林氏吻虾虎鱼 <i>R. lindbergi</i>		*	*		*				
IV 鲱形目 Cyprinodontiformes									
鳉科 <i>Cyprinodontidae</i>									
青鳉属 <i>Oryzias</i>									
26. 中华青鳉 <i>O. latipes sinensis</i>		*							
V 合鳃鱼目 Synbranchiiformes									
合鳃鱼科 <i>Synbranchidae</i>									
黄鳝属 <i>Monopterus</i>									
27. 黄鳝 <i>M. allbus</i>		*		*					
VI 鲇形目 Siluriformes									
鲇科 <i>Siluridae</i>									
鲇属 <i>Silurus</i>									
28. 大口鲇 <i>S. meridionalis</i>		*					*		
29. 鲇 <i>S. asotus</i>								*	
鲶科 <i>Ictaluridae</i>									
鲶属 <i>Ictalurus</i>									
30. 斑点叉尾鲶 <i>I. punctatu</i>		*							
合计	1	26	12	17	10	1	4	6	12

a 仅列入本次调查采集到标本的外来物种.

2.2 外来鱼类分布

此次调查,在黄河干支流、长江局部水域、可鲁克湖水域采集到了外来鱼类. 黄河水域外来鱼类最多,有26种. 黄河干流水域扎陵湖至玛多段采集到1种(大鳞副泥鳅),茨哈峡至积石峡段有26种. 黄河支流湟水流域有21种,干流(含东大滩水库)有13种,支流大通河有1种,支流北川河(含黑泉水库)有9种. 长江水域在长江干流与结古河交汇处采集到了4种外来鱼类:鲤、鲫、草鱼和大口鲇. 可鲁克湖外来鱼类有12种. 格尔木河采集到外来鱼类5种.

走访过程中了解到,在澜沧江水系的扎曲和香曲,长江水系的玛柯河,黄河水系的泽曲河、洮河,黑河干支流等水域有鱼类宗教放生活动;阿拉克湖有增殖亚洲公鱼活动,在此次调查中没有采集到外来鱼类标本,

还需做进一步深入调查。

2.3 外来鱼类生态习性

外来鱼类中,以适应高寒地带水域的鲑科和胡瓜鱼科为主,多为冷水性鱼类,主要有虹鳟、亚洲公鱼、大银鱼,另外还有美洲红点鲑、哲罗鲑、高白鲑、秋白鲑(凹目白鲑)、目笋白鲑,这些鱼类生存的水温范围为0~20℃(个别种类驯化后可达到22℃),无明显的生长下限温度,生长最适温度为12~18℃,繁殖水温一般在4~13℃。广温性鱼类有麦穗鱼、棒花鱼、鲤、鲫、泥鳅、大鳞副泥鳅等,对温度适应能力强,可在0~32℃生存,繁殖温度一般为15~20℃。

表层鱼类有中华青鲚。中上层鱼类有高白鲑、鲟。中下层鱼类有麦穗鱼、棒花鱼、鲫。底层鱼类有虹鳟、中华鳊、鲤、泥鳅、大鳞副泥鳅、小黄鲈、子陵吻虾虎鱼、波氏吻虾虎鱼等。

产浮性卵鱼类有中华青鲚。产沉性卵鱼类有虹鳟、哲罗鲑等。产黏性卵鱼类有高白鲑、亚洲公鱼、麦穗鱼、棒花鱼、鲤、鲫、泥鳅、大鳞副泥鳅、子陵吻虾虎鱼等。

2.4 已建种群的外来鱼类食性与分布

在调查水域能自然繁殖的外来鱼类有16种,占此次调查到的外来鱼类总数的53.3%。自然繁殖的鱼类有虹鳟、大银鱼、亚洲公鱼、鲟、中华鳊、麦穗鱼、棒花鱼、鲤、鲫、泥鳅、大鳞副泥鳅、小黄鲈、子陵吻虾虎鱼、波氏吻虾虎鱼、林氏吻虾虎鱼、中华青鲚。产卵场均分布在黄河水系。

食性以杂食性鱼类居多。其中,食物以藻类为主的杂食性鱼类有中华鳊;食物以浮游动物为主的杂食性鱼类有亚洲公鱼、麦穗鱼、棒花鱼、中华青鲚、波氏吻虾虎鱼、林氏吻虾虎鱼、小黄鲈、中华青鲚;食物以底栖动物为主的杂食性鱼类有泥鳅、大鳞副泥鳅。肉食性鱼类主要有虹鳟、大银鱼、子陵吻虾虎鱼,能食鱼苗鱼卵的鱼类还有亚洲公鱼、小黄鲈、波氏吻虾虎鱼和中华青鲚。

虹鳟在龙羊峡、拉西瓦、李家峡、康扬、公伯峡水库已建立自然种群,产卵场位于水库的回水区。亚洲公鱼、麦穗鱼、棒花鱼在龙羊峡、尼那、李家峡、苏只、积石峡、南门峡、东大滩水库和可鲁克湖建立了种群。麦穗鱼分布更广,在黄河上游茨哈峡已采到标本。大银鱼仅发现在古鄯水库建立了种群。泥鳅、大鳞副泥鳅在龙羊峡、李家峡、积石峡、湟水和北川河有种群。在玛多县黄河大桥水域采集的大鳞副泥鳅为刚宗教放生不久的个体,未发现繁殖群体。中华鳊、小黄鲈、吻虾虎鱼类在湟水、公伯峡水库有分布,数量较少。鲤、鲫在可鲁克湖和多个水库建立了种群。在南门峡水库发现高白鲑自然产卵的个体^[32],但未发现鱼卵和鱼苗。

2.5 虹鳟食性、产卵期与产卵场

虹鳟是典型的外来物种,现已在黄河上游干流部分河段形成自然繁殖群体。

2008—2010年,在黄河干流流水域中采集到的虹鳟主要以甲壳动物钩虾和秀丽白虾为食,其食物重占总食物量的70%~90%以上(均为湿重);其次是摇蚊幼虫等水生昆虫,偶食软体动物;食虹鳟鱼卵仅发现1尾(雄性,体长41.3 cm,体重1400 g,胃中有虹鳟鱼卵31粒)。在拉西瓦回水、苏只水库尾水虹鳟所食的鱼类中,以高原鳅(*Triplophysa*)、麦穗鱼、池沼公鱼等小型鱼类为主,胃中多为1~2尾。在李家峡水库中捕获的虹鳟,食物组成以池沼公鱼、棒花鱼和秀丽白虾为主。干流中虹鳟的食物组成与水库中差异明显,这与水域中的食物来源和组成有关(表3)。

2008年3月9日,在龙羊峡水库下游河段(拉西瓦回水区)采集到的雌雄性虹鳟均已发育至V期。2010年4月30日,在同一水域又捕获了体长34.3~44.5 cm,体重782~1500 g的虹鳟7尾,6尾雌性的卵全部产出;另外1尾雄性胃中的虹鳟鱼卵,已有处于囊胚期。

龙羊峡大坝和李家峡大坝下游河段,3—4月间经常捕到性成熟的雌雄个体,多次捕获8~12 cm的虹鳟幼体,进一步说明这一河段存在虹鳟的自然产卵繁殖场。产卵期为3月中旬至4月上旬。产卵场多位于水电站库区回水区至上一个电站大坝的河段,水流较急,河床底质为砂砾或卵石,水质清新,水温为4.0~6.8℃,pH值为8.1~8.3,溶解氧浓度为8.0~9.0 mg/L。

3 讨论

3.1 外来鱼类来源

青海省外来鱼类主要有3个来源:

表 3 黄河上游虹鳟食物组成
Tab. 3 Food composition of *Oncorhynchus mykiss* in the upper reaches of the Yellow River

时间	地点	数量/尾	体长/cm	甲壳动物	软体动物	水生昆虫 /摇蚊幼虫	鱼类	虹鳟鱼卵
2008-03-09	拉西瓦回水区 (龙羊峡水库尾水)	15	15.8~45.0	15		10	1	
2009-09-20	李家峡水库库区	4	35.0~65.0	2			4	
2010-03-07	苏只水库尾水	6	5.2~71.6	5	1	4	1	
2010-04-30	拉西瓦回水区 (龙羊峡水库尾水)	7	34.0~44.5	6		6		1
2010-06-28	拉西瓦回水区 (龙羊峡水库尾水)	4	22.0~23.7	4				
2010-09-20	拉西瓦回水区 (龙羊峡水库尾水)	2	22.8~28.5	2		2		
2010-10-14	苏只水库尾水	5	12.8~49.5	5		2	1	
2010-10-22	拉西瓦回水区 (龙羊峡水库尾水)	1	20.5	1	2	1	1	

一是水产养殖。青海省 1970s 初就开始在柴达木盆地内陆湖泊开展鲤、鲫的养殖。1980s 中后期,随着黄河上游干流水电大规模开发,大量的具有经济价值的外来鱼类引入水库养殖,如虹鳟、哲罗鲑、高白鲑、目笋白鲑、大银鱼、亚洲公鱼、鲤、鲫、草鱼、鲢、鳙、团头鲂等^[6-7,25-30],有的种类存在多个部门多次重复引种活动。在引进经济鱼类的同时,也不可避免地带来了大量经济价值不高的小型鱼类,如鲮、中华鲮、麦穗鱼、棒花鱼、泥鳅、大鳞副泥鳅、小黄鲈、子陵吻虾虎鱼、波氏吻虾虎鱼、林氏吻虾虎鱼、中华青鲮等。

二是养殖管理不善导致外来鱼类向自然水域逃逸。黄河干流水库经常发生虹鳟养殖网箱破损,逃逸进入库区并逐步建立自然繁殖种群。龙羊峡水库周边曾有鲤鱼池塘被暴雨冲溃后进入库区。康杨水库(康杨水库回水区即李家峡水库电厂有一苗种场孵化过哲罗鲑)的哲罗鲑为孵化过程中逃逸的。美洲红点鲑在捕获时,其下游积石峡水电站尚未建成,初步分析是从刘家峡水库逃逸逆水上溯至苏只水电站尾水。黄河干流龙羊峡和李家峡水库进行过亚洲公鱼引种增殖,而其余水库建成蓄水后不久,亚洲公鱼顺流而下并很快在库区建立了种群。

三是水产贸易和宗教放生习俗。佛教“放生”活动盛行于中国和东南亚地区,尤其是以藏传佛教为主的青藏地区。放生的鱼类不仅包括当地生活的土著物种,也包含了大量从内地运输来的外来物种,特别是近些年随着活鱼运输技术的进步,一些价格能承受、量又充足、耐运输的种类,如黄鲈、大鳞副泥鳅、大口鲶、鲤、鲫、草鱼等成为放生的优先选择种类。在 2009 年调查时发现,有一些商贩将麦穗鱼、棒花鱼等冒充草鱼苗做为放生用。个别地区群众甚至将当地市场上销售的活鱼全部购买后在自然水域放生。放生的盲目性和随意性,导致外来鱼类分布区快速扩张,如长江水系的结古河和黄河上游玛多段外来鱼类应为放生所为。

3.2 外来鱼类种类呈现增多的趋势

此次调查黄河流域外来鱼类达到了 26 种。黄河水系渔业资源调查协作组^[5]记载了黄河上游外来鱼类 3 种。王基琳等^[6]记载了外来鱼类 18 种,以池塘养殖种类为主。中国科学院西北高原生物研究所^[7]和武云飞等^[8]记载了青海外来鱼类 12 种。沈红保等^[12]和张建军等^[13]分别记载了黄河上游 6 种和 14 种外来鱼类。唐文家等^[9-11]记载了 20 种。从 2004 年以来,黄河流域又陆续引进了俄罗斯鲟(*Acipenser gueldenstaedti*)、宽鼻白鲑(齐尔白鲑)(*C. nasus*)、秋白鲑(四目白鲑)、齐口裂腹鱼(*Schizothorax prenanti*)、重口裂腹鱼(*S. davidi*)、青海湖裸鲤(*Gymnocypris przewalskii*)用于池塘和网箱养殖,这些外来养殖品种未来有可能进入自然水域而建立种群。长江上游结古河与长江干流交汇处采集到了 4 种外来鱼类,是目前记录的长江上游首次采集到外来鱼类的水域。可鲁克湖是青海的重要渔业生产基地之一,此次调查到外来鱼类 12 种,是内陆水系外来鱼类最多的水域。根据黄桂林^[27]的记载,湖中还有青鱼、鳊、乌鳢等。格尔木河上游温泉水库从 2008 年开始投放高白鲑进行增殖,黑河流域祁连县在 1990s 起有池塘养殖鲤、青海湖裸鲤等用来游钓。

随着水产养殖业的进一步发展和水体资源开发利用,以及引种和宗教放生活动日趋频繁,今后外来鱼类的物种数量、范围增大是不可避免的。

3.3 外来鱼类呈现出向高海拔水域扩散的趋势

麦穗鱼、棒花鱼、泥鳅、大鳞副泥鳅、鲤、鲫原分布比较广,主要在江河中下游^[5,14-15,21,24,32-34],此次调查从黄河干流青海甘肃交界的积石峡水域(海拔1767 m)一直到龙羊峡水域(海拔2569 m)都有分布,且能够建立种群。2010年9月,在龙羊峡上游班多水域(海拔2726 m)采集到了麦穗鱼、鲫、麦穗鱼、鲤、泥鳅在高原地区可以分布到海拔四千多米,如雅鲁藏布江^[35]。因此,可以预见的是未来这些广布型外来鱼类的分布区将进一步向高原地区扩散。相似的扩散过程也可能出现在冷水性鲑形目鱼类,如虹鳟和高白鲑。虹鳟在黄河干流直岗拉卡回水区(海拔2063 m)、李家峡回水区(海拔2200 m)、拉西瓦回水区(海拔2503 m)有产卵场,已形成繁殖群体和子代群体,在新疆伊犁河水系特克斯河也能繁殖衍生(夏季最高水温12℃)^[36]。虹鳟有上溯能力,适应低温水域,在高原水域主动扩散能力较强,未来可能扩散到更广的水域。高白鲑在我国自然水域有自然产卵现象^[32,37]。随着黄河龙羊峡以上的梯级电站群、通天河梯级电站群、黑河上游梯级电站群陆续开发建设以及频繁的放生、增殖、养殖活动,外来鱼类必将进一步向黄河、长江上游等高海拔水域扩散。

3.4 防控建议

3.4.1 开展外来鱼类基础数据调查和长期监测 目前,全省外来鱼类的本底状况还不是十分清楚,应将开展外来鱼类专项调查或将外来鱼类调查纳入到全省鱼类资源调查或水生生物监测工作中,通过长时间监测与调查,摸清外来鱼类种类、分布、生态习性、资源状况、种群变化趋势。

外来鱼类入侵过程的早期阶段相对不易察觉,至发现时已经形成了稳定的繁殖种群,甚至处于种群数量的暴发阶段。有必要在长江源区结古河、玛柯河,黄河玛多段,澜沧江扎曲以及三江干流水域在建和已建的水电站水库,省内各国家级水产种质资源保护区等水域设立固定监测点和监测区域,开展预警监测。并根据实际情况,在黄河干流梯级水库开展动态监测,建立外来水生生物监测预警体系,形成监测常态化。

高原鱼类区系最显著的特点之一是各水系间有明显的区域性,几乎每个水系具有自己的特有种或特属,如黄河水系有两个裂腹鱼类特属,长江水系有12种特有的裂腹鱼属鱼类^[8]。因此,保护这一地区特有鱼类和生态环境尤为重要。目前,三江源地区外来鱼类分布较为局限,数量不多,在缺少严厉的保护法规和有效的可操作防控外来鱼类措施的现状下,建立水产种质资源保护区,严禁开展外来鱼类引种、移植、养殖和放生,是最迫切、最直接、最有效的措施。

3.4.2 加强外来鱼类影响研究 了解外来鱼类对土著鱼类和生态环境的影响是未来开展针对性防控、清除和治理工作的理论基础。外来鱼类对当地土著鱼类和生态环境的影响已对我国鱼类多样性造成严重影响,如我国云贵高原湖泊,外来鱼类的引入导致当地特有和土著鱼类大范围濒危和绝灭^[38]。在雅鲁藏布江,土著鱼类资源量急剧减少,与2004年比,2011年单船每天平均捕捞量下降近一半。与此同时,渔获物中外来鱼类比例显著增加,由2004年的不足3%增加到2011年的10%以上,增加最为明显的是外来鲫和鲤。原产于云南星云湖和杞麓湖的特有种大头鲤(*Cyprinus pellegrini*)与普通鲤之间渐渗杂交。目前,两湖泊“大头鲤”自然群体和养殖的原种群体均为杂交个体^[39]。我国高原地区外来鱼类研究刚处于起步阶段,有关外来鱼类对当地土著鱼类及生态系统影响的研究十分缺乏。虽然外来鱼类和土著鱼类存在竞争和捕食关系,如大部分土著和外来鱼类均为杂食性鱼类;有些鲑形目、鲇形目、鲈形目外来鱼类捕食土著鱼类幼鱼等,但是外来鱼类对土著鱼类和生态系统有哪些影响,仍缺乏系统深入的研究工作。

此外,青藏高原地区成为外来鱼类的重灾区,除了自身水体生态系统演化历史较短,种间竞争较为宽松,存在未被利用的空域生态位之外,大量的水利水电工程建设和人类活动是最为直接的原因。水利工程改变了原有的水文情势和水体营养水平。水库形成静水缓流环境使原有的习流水环境和寡营养性土著鱼类的栖息地和产卵场丧失。水利工程对外来鱼类的入侵和土著鱼类减少的影响也是今后需要重点开展的研究。

3.4.3 宣传普及外来鱼类防控知识 编制外来鱼类目录和图谱,充分利用各种新闻媒体、宗教团体、民间环保组织和社会组织等,广泛宣传普及防控外来物种的紧迫性、放生与保护土著鱼类的利害关系,引导群众规范性、合理性、科学性放生,是民族宗教地区切实可行的措施。

致谢:在调查过程中,青海省水产研究所高级工程师王基琳老师,青海省渔业环境监测站高级工程师陈燕琴、李柯樱,青海省环境科学研究设计院,海南藏族自治州共和县渔政站、贵德县渔政站,海西蒙古族藏族自治州格尔木市渔政站、海西州水产养殖场,海北藏族自治州祁连县农牧局、门源县渔政大队,黄南藏族自治州

州河南蒙古族自治县畜牧水务局、果洛藏族自治州农牧局、班玛县农牧局、玛多县渔政站、玉树藏族自治州农牧局、玉树县农牧局、囊谦县农牧局、曲麻莱县农牧局、青海省玛可河林业局给予了大力支持和帮助,在此表示衷心感谢!

4 参考文献

- [1] Cucherousset J, Olden JD. Ecological impacts of non-native freshwater fishes. *Fisheries*, 2011, **36**:215-230.
- [2] Simberloff D, Martin JL, Genovesi P *et al.* Impacts of biological invasions: What's what and the way forward. *Trends in Ecology & Evolution*, 2013, **28**:58-66.
- [3] 青海省水利志编委会办公室. 青海河流. 西宁:青海人民出版社,1995.
- [4] 潘勇,曹文宣,徐立蒲等. 鱼类入侵的生态效应及管理策略. 淡水渔业, 2005, **35**(6):57-60.
- [5] 黄河水系渔业资源调查协作组. 黄河水系渔业资源. 大连:辽宁科学技术出版社,1986.
- [6] 王基琳,蒋卓群. 青海省渔业资源和渔业区划. 西宁:青海人民出版社,1988.
- [7] 中国科学院西北高原生物研究所. 青海省经济动物志. 西宁:青海省人民出版社,1989.
- [8] 武云飞,吴翠珍. 青藏高原鱼类. 成都:四川科学技术出版社,1991.
- [9] 唐文家,申志新,简生龙. 青海省黄河珍稀濒危鱼类及保护对策. 水利渔业, 2006, **26**(1):57-60.
- [10] 唐文家,何得奎. 黄河上游茨哈峡至积石峡段鱼类调查(2005—2010). 湖泊科学, 2013, **25**(4):600-608.
- [11] 唐文家,陈毅峰,丁城志. 青海省湟水鱼类资源现状及保护对策. 大连海洋大学学报, 2013, **28**(3):307-313.
- [12] 沈红保,李科社,张敏. 黄河上游鱼类资源现状调查分析. 河北渔业, 2007, (6):37-41.
- [13] 张建军,冯慧,李科社等. 黄河上游龙羊峡至刘家峡河段梯级水电站建设后鱼类资源变化. 淡水渔业, 2009, **39**(3):40-45.
- [14] 陈宜瑜. 中国动物志·硬骨鱼纲·鲤形目(中卷). 北京:科学出版社,1998.
- [15] 乐佩琦. 中国动物志·硬骨鱼纲·鲤形目(下卷). 北京:科学出版社,2000.
- [16] 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.
- [17] 李思忠,张春光. 中国动物志·硬骨鱼纲·银汉鱼目·鲱形目·颌针鱼目·蛇鲷目·鲑形目. 北京:科学出版社,2011.
- [18] 朱松泉. 中国淡水鱼类检索. 南京:江苏科学技术出版社,1995.
- [19] 龚小玲,吴颖,崔忠凯等. 7处移植公鱼种类的分子鉴定. 水产学报, 2012, **36**(12):1802-1808.
- [20] 董崇智,赵春刚,李靖波等. 黑龙江水系公鱼属鱼类. 水产学杂志, 1995, **8**(1):49-51.
- [21] 解玉浩. 东北地区淡水鱼类. 沈阳:辽宁科学技术出版社,2007.
- [22] 邓景耀,叶昌臣. 渔业资源学. 重庆:重庆出版社,2001.
- [23] 农业部渔业局. 英汉渔业词典. 北京:中国农业出版社,1995.
- [24] 范兆廷,姜作发,韩英. 冷水性鱼类养殖学. 北京:中国农业出版社,2008.
- [25] 倪勇,朱成德. 太湖鱼类志. 上海:上海科学技术出版社,2005.
- [26] 李柯懋,唐文家,关弘韬. 青海省土著鱼类种类及保护对策. 水生态学杂志, 2009, **2**(3):32-36.
- [27] 黄桂林. 青海可鲁克湖-托素湖湿地自然保护区生物多样性. 北京:北京出版社,2009.
- [28] 青海省地方志编纂委员会. 青海省志(十二)·农业志·渔业志. 西宁:青海省人民出版社,1993.
- [29] 徐冠福,许莲华. 青海柯鲁克湖移植亚洲公鱼试验. 淡水渔业, 1990, **20**(6):33-34.
- [30] 申志新,王振吉,王国杰等. 高白鲢发眼卵孵化技术探讨. 淡水渔业, 2006, **36**(1):52-53.
- [31] 王振吉,申志新,王国杰等. 高原地区目笋白鲢养殖试验初报. 河北渔业, 2012, (11):32-34.
- [32] 王振吉,申志新,王国杰等. 南门峡水库高白鲢移植及生物学观测. 水利渔业, 2006, **26**(2):44-45.
- [33] 刘其根,汪建敏,何光喜. 千岛湖鱼类资源. 上海:上海科学技术出版社,2011.
- [34] 湖北省水生生物研究所鱼类研究室. 长江鱼类. 北京:科学出版社,1976.
- [35] 陈锋,陈毅峰. 拉萨河鱼类调查及保护. 水生生物学报, 2010, **34**(2):278-285.
- [36] 任慕莲,郭焱,张清礼等. 伊犁河鱼类资源及渔业. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1998.
- [37] 李刚,张德隆,顾权等. 白鲢属鱼类国内增殖现状. 内陆水产, 2005, (2):33-34.
- [38] Wang SH, Wang J, Li MB *et al.* Six decades of changes in vascular hydrophyte and fish species in three plateau lakes in Yunnan, China. *Biodiversity Conservation*, 2013, **22**:3197-3221.
- [39] 唐卫星,陈毅峰. 大头鲤原种种群的遗传现状. 动物学杂志, 2012, **47**(5):8-15.