

青海省澜沧江水系水生生物资源的初步调查

唐文家¹, 崔玉香², 赵霞³

(1. 青海省生态环境遥感监测中心, 西宁 810000; 2. 青海省水文水资源勘测局, 西宁 810001;
3. 青海师范大学青藏高原环境与资源教育部重点实验室, 西宁 810008)

摘要: 2007-2011年对青海澜沧江上游水系的香曲、扎曲、子曲、巴曲进行了水生生物调查,共采集到浮游植物4门、53种,香曲、扎曲、子曲的浮游植物数量分别为 $13.85 \times 10^4 \sim 34.20 \times 10^4$ 个/L、 $4.75 \times 10^4 \sim 38.00 \times 10^4$ 个/L、 $22.17 \times 10^4 \sim 206.93 \times 10^4$ 个/L,相应的生物量为0.2197~0.3489 mg/L、0.1316~0.2456 mg/L、0.1597~1.1260 mg/L;浮游动物24种,香曲、扎曲、子曲的浮游动物数量分别为2.7~4.8个/L、1.1~26.6个/L、0.69~19.49个/L,生物量为0.0080~0.0720 mg/L、0.0106~0.0564 mg/L、0.0003~0.0165 mg/L;底栖动物采集到16种;鱼类采集到6种,裸腹叶须鱼(*Ptychobarbus kaznakovi*)和前腹裸裂尻鱼(*Schizopygopsis anteroventris*)为优势种,鱼类生物多样性指数不高;初步探讨了渔业资源的变化,分析了其资源受威胁的因素,提出了保护与合理利用澜沧江水生生物资源的建议。

关键词: 青海;澜沧江;水生生物

中图分类号: Q178.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2012)06-0020-09

澜沧江发源于青海,流经西藏,在云南出境。澜沧江干流在青海省境内称为扎曲,又称杂曲,系藏语音译,为“山岩中流出的河”,古名兰苍水,位于青海省西南部,发源于玉树州杂多县西北,唐古拉山北麓的查加日玛西4 km的高地,河源海拔5 388 m,自西北流向东南,在囊谦县娘拉乡流出青海省进入西藏自治区,省界处海拔3 516 m,青海境内河长448 km,流域面积18 509 km²。子曲为扎曲的一级支流,发源于玉树州杂多县扎格俄玛拉东北2 km,河源海拔5 428 m,全长290.1 km,河口海拔3 486 m,青海境内河长276.2 km,流域面积6 665 km²。巴曲为澜沧江一级支流昂曲(青海境内河段称解曲)的左岸支流,发源于玉树州囊谦县境内的日啊恰塞东南的无名山丘,河源海拔4 640 m,全长133.4 km,省界处海拔3 680 m,青海境内河长126 km。草曲为子曲的左岸支流,在玉树县的东南部与西藏汇入子曲。香曲为扎曲右岸支流,在囊谦县香达镇注入扎曲(青海省水利志编委会办公室,1995;三江源自然保护区生态环境编辑委员会,2002)。

有关澜沧江上游水生生物的研究较少,武云飞和陈瑗(1979)、中国科学院西北高原生物研究所(1989)、武云飞和吴翠珍(1992)报道了25种浮游

植物和2种底栖动物,详细报道了8种鱼类;朱松泉(1989)记载了4种高原鳅属鱼类;褚新洛等(1999)记载了1种鱼类;乐佩琦(2000)记载了3种裂腹鱼类;陈燕琴等(2012)详细报道了澜沧江囊谦段夏秋季的浮游植物群落结构。作者于2007-2011年对澜沧江上游扎曲、巴曲、子曲、香曲进行了水生生物的初步调查,分析了其种类组成、数量、生物量、多样性及生态分布特点,在此基础上分析了鱼类资源面临的问题。

1 研究方法

1.1 调查时间与地点

扎曲调查范围为囊谦县扎曲大桥至娘拉乡水域,调查时间2007年11月、2008年10月、2009年5月。子曲调查范围为玉树县那益雄至交尼日卡水域,调查时间2011年6月。草曲调查范围为玉树县小苏莽乡至省界着落可水域,调查时间2009年5月。巴曲的调查范围为囊谦县白扎林场上下游水域,调查时间2008年10月、2009年5月、2010年9月。香曲调查范围为囊谦县城香达镇青土村至香曲与扎曲交汇处,调查时间2007年11月、2008年10月、2009年5月。

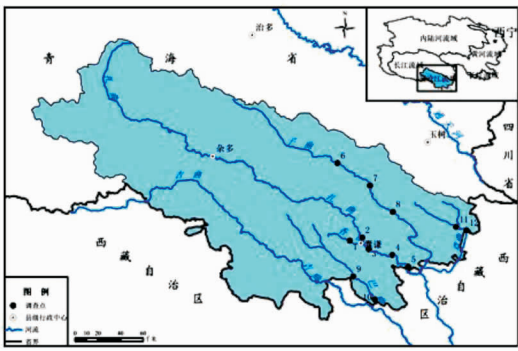
1.2 调查方法

水生生物样本的采集与实验方法参照《内陆水域渔业自然资源调查手册》(张觉民和何志辉,1991)和《生物多样性调查与评价》(喻庆国,2007)进行。

收稿日期:2012-09-09

通讯作者:赵霞,1975年生,女,副教授,研究方向为资源生态与区域发展。E-mail: zhaoxia-qh@163.com

作者简介:唐文家,1977年生,男,高级工程师,研究方向为鱼类生态与分类。E-mail: qhtsy@126.com



1. 囊谦县香达镇青土;2. 囊谦县扎曲大桥至扎曲大坝;3. 囊谦县香达镇冷日;4. 囊谦县莫岔;5. 囊谦县娘拉乡;6. 玉树县那益雄;7. 玉树县下拉秀镇查日扣;8. 玉树县交尼日卡;9. 囊谦县白扎林场上游;10. 囊谦县白扎林场下游;11. 玉树县小苏莽乡;12. 玉树县着落可

图1 澜沧江上游水生生物调查点分布示意

1. Qingtu; 2. Zaqu Bridge to Zaqu Dam; 3. Lengri; 4. Moca; 5. Niangla; 6. Nayixiong; 7. Carikou; 8. Jiaonirika; 9. Baiza; 10. Baiza; 11. Xiaosumang; 12. Zhaoluoke

Fig. 1 Sampling sites of hydrobiontes resources investigation in the upper reaches of Lancang River

鱼类采用刺网、地笼、电捕鱼仪(经过批准)等渔具实地捕捞。采用当地手工自制的五层刺网(网片尺寸8.0 m×1.2 m,网目依次为2.0 cm、3.5 cm、4.0 cm、7.0 cm、9.0 cm)在河流中顺水流方向采集鱼类;用三层刺网在河流的回水弯或沿河流方向布设采集鱼类;用地笼网布设在河流中和回水弯捕捉小个体鱼类和底栖鱼类;电捕鱼仪在水流缓、水深60 cm以下、透明度超过60 cm的水域使用。

现场用数码相机对采集的鱼类拍照,统计渔获物组成,测量个体的体长、体重等生物学数据,部分标本用10%福尔马林浸泡固定,带回实验室分析,多数鱼类在现场测量后放回原水域。

1.3 物种鉴定方法

物种鉴定参照中国淡水藻志(齐雨藻等,2004;胡鸿钧和魏印心,2006)、动物志(王家楫,1961;中国科学院动物研究所甲壳动物研究组,1979;蒋燮治和堵南山,1979;刘月英等,1979;朱松泉,1989;乐佩琦,2000;赵文,2008;段学花等,2010)。

1.4 鱼类多样性分析方法

选用物种丰富度指数、物种多样性指数、优势度集中指数、物种均匀度指数对所调查鱼类进行多样性分析(喻庆国,2007;王寿兵,2003;张金屯,2011)。物种丰富度 Margalef 指数(Margalef index)、多样性香农-威纳指数(Shannon-Weiner index)和香农-威纳多样性改进指数、优势度辛普森指数(Simpson index)以及均匀度 Pielou 指数公式如下:

$$(1) \text{物种丰富度指数}(D): D = \frac{(S-1)}{\ln N}$$

$$(2) \text{香农-威纳多样性指数}(H):$$

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

$$(3) \text{香农-威纳多样性改进指数}(H''):$$

$$H'' = - \ln N \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

$$(4) \text{优势度集中指数}(C): C = 1 - \sum_{i=1}^S (P_i)^2$$

$$(5) \text{Pielou 均匀度指数}(J): J = \frac{H}{H_{\max}} = \frac{H}{\ln S}$$

式中: N_i 为第*i*物种的个体数, N 为调查所有物种的总个体数, S 为调查到的物种数, P_i 为第*i*个物种的个体数(N_i)占有所有物种总个体数(N)的比例,

即 $P_i = \frac{N_i}{N}$ 。当同一个群落(水域)各个物种的个体

数目相等时,即 $P_i = 1/S, H_{\max} = - \sum_{i=1}^S \frac{1}{S} \ln \frac{1}{S} = \ln S$

2 结果与分析

2.1 浮游植物

2.1.1 浮游植物种类组成 调查共采得浮游植物定性和定量水样28个,共记录4门、53种(表1)。硅藻种类最多,有33种,占62.26%;蓝藻8种,占15.09%;甲藻2种,占3.77%;绿藻10种,占18.88%。扎曲、香曲、子曲分别有29种、20种、48种,在3个水域里均出现过的种类有14种,占总数的25.93%。各水域均以硅藻为主,占59.57%~70.00%。分布较广的有颤藻(*Oscillatoria* sp.)、尖针杆藻(*Synedra acus*)、普通等片藻(*Diatoma vulgare*)、舟形藻(*Navicula* sp.)、桥弯藻(*Cymbella* sp.)、菱形藻(*Nitzschia* sp.)等。

2.1.2 浮游植物数量与生物量 香曲、扎曲、子曲的浮游植物数量分别为 $13.85 \times 10^4 \sim 34.20 \times 10^4$ 个/L、 $4.75 \times 10^4 \sim 38.00 \times 10^4$ 个/L、 $22.17 \times 10^4 \sim 206.93 \times 10^4$ 个/L;其中,硅藻数量为 $22.17 \times 10^4 \sim 166.35 \times 10^4$ 个/L,占57.24%~100%。香曲、扎曲、子曲的浮游植物生物量为0.2197~0.3489 mg/L、0.1316~0.2456 mg/L、0.1597~1.1260 mg/L;其中,硅藻生物量为0.1533~1.1134 mg/L,占96.29~100%。优势种类有普通等片藻、长等片藻(*Diatoma elongatum*)、席藻(*Oscillatoria* sp.)和小颤藻(*Oscillatoria tenuis*)。硅藻在数量和生物量上均占绝对优势,是水体初级生产力的主要贡献者。

表1 澜沧江上游浮游植物种类组成

Tab.1 Composition of phytoplankton species in the upper reaches of Lancang River

种 类	扎曲	香曲	子曲	种 类	扎曲	香曲	子曲
蓝藻门 Cyanophyta				28. 膨胀桥弯藻 <i>Cymbella tumida</i>			+
1. 颤藻 <i>Oscillatoria</i> sp.	+	+	+	29. 箱形桥弯藻 <i>Cymbella cistula</i>			+
2. 蓝纤维藻 <i>Dactylococcopsis</i> sp.	+			30. 极小桥弯藻 <i>Cymbella perpusilla</i>			+
3. 阿氏颤藻 <i>Oscillatoria agardhii</i>			+	31. 披针形桥弯藻 <i>Cymbella lanceolata</i>	+		+
4. 弱细颤藻 <i>Oscillatoria tenuis</i>			+	32. 双生双楔藻 <i>Didymosphenia geminata</i>	+	+	
5. 为首螺旋藻 <i>Spirulina princeps</i>	+		+	33. 异极藻 <i>Gomphonem</i> sp.	+	+	+
6. 席藻 <i>Phormidium</i> sp.	+		+	34. 缢缩异极藻 <i>Gomphonem constrictum</i>	+		+
7. 鞘丝藻 <i>Lyngbya</i> sp.			+	35. 扁圆卵形藻 <i>Cocconeis placentula</i>			+
8. 念珠藻 <i>Nostoc</i> sp.	+		+	36. 真卵形硅藻 <i>Eucoconeis</i> sp.			+
硅藻门 Bacillariophyta				37. 曲壳藻 <i>Achnanthes</i> sp.			+
9. 直链硅藻 <i>Melosira</i> sp.		+	+	38. 菱形藻 <i>Nitzschia</i> sp.	+	+	+
10. 小环藻 <i>Cyclotella</i> sp.	+			39. 草鞋形波缘藻 <i>Cymatopleura solea</i>	+		
11. 普通等片藻 <i>Diatoma vulgare</i>	+	+	+	40. 卵形双菱藻 <i>Surirella ovata</i>	+	+	+
12. 长等片藻 <i>Diatoma elongatum</i>	+		+	41. 马鞍藻 <i>Campylodiscus</i> sp.			+
13. 弧形蛾眉藻 <i>Ceratoneis arcus</i>	+	+	+	甲藻门 Dinophyta			
14. 脆杆藻 <i>Fragilaria</i> sp.	+	+	+	42. 多甲藻 <i>Peridinium</i> sp.			+
15. 针杆藻 <i>Synedra</i> sp.	+	+	+	43. 角甲藻 <i>Ceratium hirundinella</i>	+	+	+
16. 星杆藻 <i>Asterionella</i> sp.			+	绿藻门 Chlorophyta			
17. 尖针杆藻 <i>Synedra acus</i>	+	+	+	44. 衣藻 <i>Chlamydomonas</i> sp.			+
18. 肘状针杆藻 <i>Synedra ulna</i>			+	45. 球四鞭藻 <i>Carteria globulosa</i>	+	+	
19. 布纹藻 <i>Gyrosigma</i> sp.		+	+	46. 实球藻 <i>Pandorina morum</i>			+
20. 舟形藻 <i>Navicula</i> sp.	+	+	+	47. 丝藻 <i>Ulothrix</i> sp.			+
21. 双头舟形藻 <i>Navicula dicephala</i>			+	48. 环丝藻 <i>Ulothrix zonata</i>			+
22. 英吉利舟形藻 <i>Navicula anglica</i>			+	49. 刚毛藻 <i>Cladophora</i> sp.		+	+
23. 舍恩菲尔德舟形藻 <i>Navicula schoenfeldii</i>	+		+	50. 水绵 <i>Spirogyra</i> sp.	+	+	+
24. 微型舟形藻 <i>Navicula minima</i>			+	51. 双星藻 <i>Zygenma</i> sp.		+	+
25. 羽纹藻 <i>Pinnularia</i> sp.	+	+	+	52. 转板藻 <i>Mougeotia</i> sp.	+		+
26. 卵圆双眉藻 <i>Amphora ovalis</i>	+		+	53. 宽带鼓藻 <i>Pleurotaenium</i> sp.	+		
27. 桥弯藻 <i>Cymbella</i> sp.	+	+	+	合 计	29	20	47

2.2 浮游动物

2.2.1 浮游动物种类组成 调查共采得浮游动物定性和定量水样 28 个,浮游动物共记录 24 种(表

2)。其中,原生动物 7 种,占 29.2%;轮虫 14 种,占 58.2%;枝角类 1 种,占 4.2%;桡足类(含无节幼体)2 种,占 8.4%。扎曲、香曲、子曲分别有浮游动

表2 澜沧江上游浮游动物种类组成

Tab.2 Composition of zooplankton species in the upper reaches of Lancang River

种 类	扎曲	香曲	子曲	种 类	扎曲	香曲	子曲
原生动物 Protozoa				14. 角突臂尾轮虫 <i>Brachionus angularis</i>	+	+	+
1. 表壳虫 <i>Arcella</i> sp.	+		+	15. 螺形龟甲轮虫 <i>Keratella cochlearis</i>	+	+	+
2. 砂壳虫 <i>Diffugia</i> sp.	+	+	+	16. 矩形龟甲轮虫 <i>Keratella quadrata</i>	+	+	+
3. 栉毛虫 <i>Didinium</i> sp.	+	+	+	17. 尖削叶轮虫 <i>Notholca acuminata</i>	+		+
4. 曲颈虫 <i>Cyphoderia</i> sp.	+		+	18. 鳞状叶轮虫 <i>Notholca squamula</i>	+	+	+
5. 钟虫 <i>Vorticella</i> sp.	+		+	19. 巨头轮虫 <i>Cephalodella</i> sp.			+
6. 似铃壳虫 <i>Tintinnopsis</i> sp.	+			20. 裂痕龟纹轮虫 <i>Anuraeopsis fissa</i>	+		
7. 筒壳虫 <i>Tintinnidium</i> sp.	+	+		21. 椎轮虫 <i>Notommata</i> sp.	+	+	+
轮虫 Rotifera				枝角类 cladocera			
8. 猪吻轮虫 <i>Dicranophorus</i> sp.			+	22. 尖额蚤 <i>Alona</i> sp.		+	
9. 爱德利亚狭甲轮虫 <i>Colurella adriatica</i>			+	桡足类 Copepoda			
10. 鞍甲轮虫 <i>Lepadella</i> sp.	+		+	23. 无节幼体 <i>Nauplius</i>		+	+
11. 轮虫 <i>Rotaria</i> sp.		+	+	24. 猛水蚤 <i>Harpacticella</i> sp.	+		+
12. 臂尾轮虫 <i>Brachionus</i> sp.	+	+		合 计	18	12	19
13. 萼花臂尾轮虫 <i>Brachionus calyciflorus</i>	+		+				

表3 澜沧江上游底栖动物种类组成

Tab.3 Composition of benthic animal species in the upper reaches of Lancang River

种 类	扎曲	香曲	子曲	种 类	扎曲	香曲	子曲
环节动物门 Annelida				毛翅目 Trichoptera			
1. 带丝蚓属 <i>Lumbriculus</i> sp.		+		9. 纹石蛾科 <i>Hydropsychidae</i> sp.	+		+
2. 颤蚓科 <i>Tubificidae</i>		+		10. 石蛾科 <i>Phryganeidae</i> sp.	+		+
3. 舌蛭科 <i>Glossiphoniidae</i>		+		11. 摇蚊属 <i>Chironomus</i> sp.		+	
水生昆虫 Insecta				软体动物门 Mollusa			
4. 蜻蜓目一科 <i>Amphipterygidae</i>		+		12. 耳萝卜螺 <i>Radix auricularia</i>		+	
5. 鞘翅目一科 <i>Hydrophilidae</i>		+		13. 青海萝卜螺 <i>Radix cucumorica</i>		+	
襖翅目 Plecoptera				14. 截口土蜗 <i>Galbar truncatula</i>		+	
6. 短尾石蝇科 <i>Nemouridae</i> sp.	+		+	15. 凸旋螺 <i>Gyraulus convexiusculus</i>		+	
7. 石蝇科 <i>Perlidae</i> sp.	+		+	甲壳动物 Crustacea			
蜉蝣目 Ephemera				16. 钩虾属 <i>Gammanus</i> sp.	+	+	+
8. 扁蜉科 <i>Ecdyuridae</i> sp.	+		+	合 计	6	11	6

物 18 种、12 种、19 种。分布较广的有砂壳虫 (*Difflugia* sp.)、鳞状叶轮虫 (*Notholca squamula*)、螺形龟甲轮虫 (*Keratella cochlearis*)、矩形龟甲轮虫 (*Keratella quadrata*) 等。

2.2.2 浮游动物数量与生物量 香曲、扎曲、子曲的浮游动物数量分别为 2.7 ~ 4.8 个/L、1.1 ~ 26.6 个/L、0.69 ~ 19.49 个/L; 相应的生物量为 0.0080 ~ 0.0720 mg/L、0.0106 ~ 0.0564 mg/L、0.0003 ~ 0.0165 mg/L。

2.3 底栖动物

调查共采得底栖定性样品 12 份,共记录底栖动物 16 种(表 3)。钩虾分布最广泛。扎曲和子曲种

类相同,共 6 种,以水生昆虫幼虫为主;香曲 11 种,以环节动物和软体动物为主。

2.4 鱼类

2.4.1 鱼类名录 根据资料记载(武云飞和陈瑗,1979;朱松泉,1989;武云飞和吴翠珍,1992)和现场调查,青海澜沧江水系有鱼类 8 种,隶属 2 目、3 科、5 属。鲤形目鱼类占绝对优势,由裂腹鱼亚科和条鳅亚科鱼类构成,共 7 种;鲇形目仅 1 种。2007 - 2011 年共采集到 6 种,未采集到澜沧裂腹鱼 [*Schizothorax* (*Racoma*) *lantsangensis*] 和细尾鲃 (*Pareuchiloglanis gracilicaudata*)。

澜沧江上游鱼类种类组成详见表 4。

表 4 澜沧江上游鱼类种类组成

Tab.4 Composition of fish species in the upper reaches of Lancang River

种类	扎曲	子曲	巴曲	香曲	草曲
鲤形目 Cypriniformes					
鲤科 Cyprinidae					
裂腹鱼亚科 <i>Schizothoracinae</i>					
裂腹鱼属 <i>Schizothorax</i>					
1. 光唇裂腹鱼 <i>S. (Schizothorax) lissolabiatu</i> s	+		+		+
2. 澜沧裂腹鱼 <i>S. (Racoma) lantsangensis</i>	△				
叶须鱼属 <i>Ptychobarbus</i>					
3. 裸腹叶须鱼 <i>P. kaznakovi</i>	+	+	+		+
裸裂尻鱼属 <i>Schizopygopsis</i>					
4. 前腹裸裂尻鱼 <i>S. anteroventris</i>	+	+	+	+	+
鳅科 Cobitidae					
条鳅亚科 <i>Nemacheilinae</i>					
高原鳅属 <i>Triplophysa</i>					
5. 细尾高原鳅 <i>T. (Triplophysa) stenura</i>	+			+	
6. 修长高原鳅 <i>T. (Triplophysa) leptosoma</i>	+			+	
7. 小眼高原鳅 <i>T. (Triplophysa) microps</i>	+			+	
鲇形目 Siluriformes					
鲇科 Sisoridae					
鲇属 <i>Pareuchiloglanis</i>					
8. 细尾鲃 <i>P. gracilicaudata</i>	△				

注: + 表示本次调查采集到的种类,△表示历史记录中有,但本次调查未采集到的种类。

Note: + Species collected in this survey, △Species recorded in literature but were not collected in this survey.

2.4.2 渔获物分析 在扎曲、巴曲、草曲、子曲共采集到鱼类4种,358尾,总重32948.5g(表5)(香曲渔获物未做统计)。其中,光唇裂腹鱼40尾,占总数11.17%,重7207.7g,占总重的21.88%;裸腹叶须鱼94尾,占26.26%,重10579.6g,占32.11%;前腹裸裂尻鱼222尾,占62.01%,重15151.1g,占45.98%;细尾高原鳅2尾,占0.56%,重10.1g,占0.03%。前腹裸裂尻鱼占绝对优势。

2007年11月,在扎曲囊谦县娘拉乡政府下游水域仅捕获鱼类2种,5尾,重385.5g。2010年9月,在扎曲囊谦县香达镇下游水域捕获鱼类3种,重233g。2009年5月,在草曲玉树县小苏莽乡水域采集鱼类3种,119尾,总重20640g。采用流刺网作业4h,97尾,平均个体较大;地笼网捕获22尾,主要为体长在15cm以下个体。2008-2010年在巴

曲囊谦县白扎林场上下游水域捕获鱼类3种,185尾,总重7095g。2011年6月在玉树县子曲那益雄至交尼日卡水域共采集鱼类2种,40尾,总重4595.0g。

裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼为优势种,每次调查的数量百分比均在10%以上。光唇裂腹鱼为常见种,数量百分比在3.4%~26.1%,其中2009年5月采自巴曲一支流的比例较高,是一批正在繁殖期集群上溯的群体。

2.4.3 多样性分析 物种丰富度指数(D)为0.2711~0.9102,香农-威纳生物多样性指数(H)为0.5004~1.0609,Shannon-Weiner改进指数(H')为0.8054~4.1084,辛普森优势度指数(C)为0.3600~0.9989,Pielou均匀度指数(J)为0.1684~0.4828(表6)。

表5 澜沧江上游渔获物组成

Tab.5 Composition of catches in the upper reaches of Lancang River

时 间	水 域	鱼 名	数量/ 尾	比例/ %	重量/ g	比例/ %	体长范围/ mm	体重范围/ g	平均体重/ g
2007-11	扎曲	裸腹叶须鱼	4	80.0	362.4	94.0	151~262	38.9~203.8	90.6
		前腹裸裂尻鱼	1	20.0	23.1	6.0	118	23.1	23.1
2010-09	扎曲	裸腹叶须鱼	4	44.4	158.3	67.9	110~170	14.5~64.0	39.6
		前腹裸裂尻鱼	3	33.3	64.6	27.7	95~140	10.2~34.2	21.5
		细尾高原鳅	2	22.2	10.1	4.3	87~88	4.9~5.2	5.1
		光唇裂腹鱼	11	9.2	3540.0	17.2	165~305	143.0~624.0	321.8
2009-05	草曲	裸腹叶须鱼	32	26.9	5820.0	28.2	112~358	26.0~701.0	181.9
		前腹裸裂尻鱼	76	63.9	11280.0	54.7	39~249	5.4~225.0	148.4
		光唇裂腹鱼	3	8.8	440.0	33.1	155~253	80.5~220.0	146.7
2008-10	草曲	裸腹叶须鱼	6	17.6	487.0	36.6	95~200	10.0~120.5	81.2
		前腹裸裂尻鱼	25	73.5	402.0	30.2	80~180	3.8~54.7	16.1
		光唇裂腹鱼	24	26.1	2890.0	69.4	125~325	30.5~520.0	120.4
2009-05	巴曲	裸腹叶须鱼	11	12.0	560.0	13.4	104~190	13.2~80.0	50.9
		前腹裸裂尻鱼	57	62.0	715.0	17.2	62~220	3.8~156.0	12.5
		光唇裂腹鱼	2	3.4	337.7	21.1	195~255	98.2~239.5	168.9
2010-09	巴曲	裸腹叶须鱼	14	23.7	560.4	35.0	83~235	7.0~154.0	40.0
		前腹裸裂尻鱼	43	72.9	702.9	43.9	80~180	3.8~54.7	16.3
		光唇裂腹鱼	2	3.4	337.7	21.1	195~255	98.2~239.5	168.9
2011-06	子曲	裸腹叶须鱼	23	57.5	2631.5	57.3	152~295	50.0~303.5	114.4
		前腹裸裂尻鱼	17	42.5	1963.5	42.7	118~280	23.0~326.5	115.5

表6 澜沧江上游鱼类多样性指数

Tab.6 The fish diversity index in the upper reaches of Lancang River

时间	水域	鱼类种数(S)	鱼类个体总数(N)	Margalef 指数(D)	Shannon-Weiner 指数(H)	Shannon-Weiner 指数最大值(H_{max})	Shannon-Weiner 改进指数(H')	Simpson 指数(C)	Pielou 均匀度指数(J)
2007-11	扎曲	2	5	0.6213	0.5004	0.6931	0.8054	0.3600	0.3109
2010-09	扎曲	3	9	0.9102	1.0609	1.0986	2.3309	0.8025	0.4828
2009-05	草曲	3	119	0.4185	0.8597	1.0986	4.1084	0.9915	0.1799
2008-10	巴曲	3	34	0.5672	0.7464	1.0986	2.6321	0.9922	0.2117
2009-05	巴曲	3	92	0.4423	0.9011	1.0986	4.0745	0.9319	0.1993
2010-09	巴曲	3	59	0.4905	0.6866	1.0986	2.7997	0.9989	0.1684
2011-06	子曲	2	40	0.2711	0.6819	0.6931	2.5153	0.6694	0.1848

2.4.4 鱼类产卵期与产卵场 裂腹鱼类繁殖期开始较早,每年4-5月在河流冰层融解后开始。产卵场位于流水砾石底质的河滩处,鱼卵在石砾缝中进行胚胎发育。鱼卵有毒性。光唇裂腹鱼产卵繁殖高峰期在5月下旬至6月中旬。2009年5月26日在巴曲白扎林场下游的卵石滩,白扎林场上游巴曲与一支流交汇处,均捕到正在产卵繁殖的群体;轻压腹部,雌性有卵流出,卵黄色,具微粘性;雄性有白色精液流出。产卵场为卵石长滩,石砾较为粗大,水温 $12\sim 14^{\circ}\text{C}$,水深 $30\sim 70\text{ cm}$,水质较为混浊,透明度为 $28\sim 68\text{ cm}$,流速为 $0.3\sim 0.6\text{ m/s}$,河宽 $10\sim 15\text{ m}$ 。5月23日在玉树县小苏莽乡草曲水域,河宽 $5\sim 15\text{ m}$,底质为砂砾石或不规则石块,水深 $30\sim 70\text{ cm}$,清澈见底。裸腹叶须鱼产卵期在4月下旬至5月中旬。产卵场在水流较为平缓、沙砾较细小的水域。前腹裸裂尻鱼产卵期在5月下旬至6月中旬,对产卵场环境条件具有广适性,产卵场广泛分布于干流水域,呈分散性,河道中的心滩、卵石滩、分叉河道的洄水湾及支流汇口等都是前腹裸裂尻鱼的产卵场所。

2.4.5 食性 光唇裂腹鱼、前腹裸裂尻鱼以摄食着生藻类为主,口下位,下颌前缘具锐利角质,以下颌发达的角质边缘在砂砾石表面或泥底刮取着生藻类和水底植物碎屑,兼食植物碎片,偶有浮游动物、水生昆虫。澜沧裂腹鱼、裸腹叶须鱼以摄食底栖动物摇蚊幼虫和水生昆虫为主。细尾鲃以底栖动物为主要食物,口下位,横裂,上下颌具齿带,适合摄取底栖动物。细尾高原鳅、小眼高原鳅、修长高原鳅均为底栖小型鱼类,其食物多以摇蚊幼虫、钩虾等底栖动物为主(中国科学院西北高原生物研究所,1989)。

3 讨论

3.1 地理特性与水生生物种类的关系

由于浮游植物和浮游动物种类较少、生物量不高、底栖动物也比较贫乏,决定了澜沧江上游水体的产力比较低,主要与澜沧江地处青藏高原和气候严寒有关。底栖动物的分布与生境有密切的关系,扎曲和子曲调查水域底质均为砂砾石,种类相对较少,以适应流水环境的种类为主,多为水生昆虫幼虫,如筑巢并结网滤食的扁蜉幼虫、石蝇幼虫等。香曲调查水域水草丰富,底质为淤泥,以底埋型种类为主,适应泥中生活,多为环节动物和软体动物。

在怒江上游(西藏自治区水产局,1995)、长江上游(武云飞和吴翠珍,1992)和海拔更高的可可西

里湖泊群(武云飞等,1994a;1994b)均有裸腹叶须鱼和裸裂尻鱼属鱼类分布,是高海拔地区的典型大型鱼类,广泛分布于干流水域,适应高原环境能力强。光唇裂腹鱼在巴曲(5月、9月、10月)、子曲支流草曲(5月)、扎曲(6-7月)常见,但在子曲干流(6月)没有调查到,这可能与渔具渔法有关。澜沧裂腹鱼在扎曲以及扎曲下游西藏和云南水系多见,此次调查未见。细尾鲃以及另外3种高原鳅的分布应进行深入调查。

青海澜沧江水系鱼类区系组成为中亚高原山区系复合体鱼类和中印山区鱼类复合体鱼类(中国科学院西北高原生物研究所,1989),与西藏澜沧江水系鱼类区系成分相同,与怒江上游、长江上游组成相近(武云飞和吴翠珍,1992;西藏自治区水产局,1995);与澜沧江下游的云南省境内137种相比,种类明显少得多(褚新洛和陈银瑞,1989;1990);这种差异在一定程度上反映了上游与下游间环境、水文等各方面的巨大差异,也反映了青藏高原自然条件恶劣的地理特性。

3.2 澜沧江上游渔业资源的变化趋势

由于澜沧江上游各农业(渔业)部门均没有具体的统计数据,对渔业资源的讨论采用捕获的种类、个体大小、体重、易捕程度以及濒危程度来进行。

在20世纪80年代中期以前,澜沧江上游的渔业资源还是比较丰富的。澜沧江青海境内水域的重要经济和食用鱼类主要有澜沧裂腹鱼、光唇裂腹鱼、裸腹叶须鱼、前腹裸裂尻鱼、细尾鲃等。澜沧裂腹鱼在夏、秋季常见,最大个体体长 60 cm ,体重 2.8 kg ;光唇裂腹鱼为常见鱼类,数量较多,最大个体重达 3 kg ,一般常见个体 1 kg ;裸腹叶须鱼常见体重 1 kg ,是产区主要食用鱼类,前腹裸裂尻鱼最大个体体重 0.8 kg ,数量多、易捕捞,为当地重要经济鱼类;细尾鲃常见于澜沧江干支流等(中国科学院西北高原生物研究所,1989;武云飞和吴翠珍,1992)。

作者在2007-2011年的现场调查过程中,澜沧裂腹鱼和细尾鲃均未捕到;光唇裂腹鱼在草曲和巴曲捕获的数量不是很多,草曲光唇裂腹鱼体重 $143.0\sim 624.0\text{ g}$,平均 321.8 g ,巴曲光唇裂腹鱼体重 $30.5\sim 520.0\text{ g}$,平均 $120.4\sim 146.7\text{ g}$;裸腹叶须鱼的数量比较多,历次捕获的平均体重在 $39.6\sim 181.9\text{ g}$;前腹裸裂尻鱼捕获的数量还比较多,个体平均体重在 148.4 g 以下。在20世纪90年代以前,扎曲囊谦县城附近水域一年四季都容易捕到鱼,种类随季节不同,但捕获的数量还是较多的。现在除前腹裸裂

尻外,其他鱼类很少见。每年的4-7月,在一些人类活动较少,地理位置比较偏远的支流如草曲、子曲和扎曲上游等水域,还能见到成群上溯的繁殖群体。人类活动越频繁、强度越大的地区,渔业资源变化就越明显。1998年中国濒危动物红皮书收录1种,裸腹叶须鱼为易危物种(乐佩琦和陈宜瑜,1998);2004年中国物种红色名录收录了裸腹叶须鱼、澜沧裂腹鱼和细尾鲃,其中澜沧裂腹鱼、细尾鲃被列为濒危物种(汪松和解焱,2004)。总体上看,澜沧江水系的鱼类资源呈明显下降趋势。

3.3 物种多样性特点

物种丰富度分为绝对物种丰富度和相对物种丰富度。绝对物种丰富度是简单、最古老的物种多样性测度方法,是指单位面积内物种的数目,反映一个群落或生境中物种数量的多寡(喻庆国,2007)。在扎曲有8种鱼类,其支流2~4种,种类少。相对物种丰富度 Margalef 指数为0.2711~0.9102,总体较低,子曲(2011年)最低,而巴曲(2008-2010年)为0.4423~0.5672,物种分布不均匀。

本次调查得到澜沧江上游鱼类 Shannon-Weiner 多样性指数(H')为0.5004~1.0609,扎曲、草曲、巴曲的物种数相同但多样性指数有差异,说明各水域的个体分布不均匀导致。子曲多样性指数为0.6819,接近最大值0.6931,鱼类分布较为均匀。巴曲连续3年种类相同,多样性指数有明显差异,鱼类分布存在不均匀性和随机性,这也与采集的样本数量不丰富和时间有关。扎曲(2010年)鱼类样本数少,但其多样性指数最高,为0.9102,并且接近最大值,用此计算结果容易对生物多样性保护产生误判。为客观量化澜沧江上游的物种多样性,发挥种群数量大小在维持生物多样性的贡献,对 Shannon-Weiner 指数进行了改进,增加了一个与个体数量呈正相关的因子(王寿兵,2003)。Shannon-Weiner 改进指数(H'')扎曲(2007)最低(0.8054),草曲(2009)最高(4.1084)。在高海拔地区、江河源区等水域鱼类种类少,物种稀有而又不能采集较多样本,进行多样性分析时,要综合考虑样本数量对生物多样性的影响。

从澜沧江的多样性指数来看,与长江天鹅故道(凌去非和李思发,1998)、老江河(张家波等,1998)、西江青皮段(李捷等,2009)相比较低,与独龙江干流与支流(陈自明等,2006)和黑河(唐文家等,2012)相近,说明澜沧江上游物种不丰富,多样性总体偏低,鱼类群落结构简单。整个群落由少数

几种鱼类控制,水生生态系统稳定性不高,一旦生态环境发生改变,鱼类群落结构组成将发生较大变化。

3.4 影响鱼类生存的主要因素

3.4.1 栖息地受到破坏 森林植被和草地植被退化,水源涵养能力下降,许多支流出现季节性的断流、干枯,使得裸腹叶须鱼、澜沧裂腹鱼等鱼类在繁殖季节失去了支流产卵的生态环境,种群增殖受阻。

3.4.2 过度捕捞与有害渔具渔法 最初在澜沧江流域没有专业渔民,多为沿江居民自捕自食,捕捞量不大。过度捕捞主要出现在旅游季节和鱼类上溯洄游季节,时间为每年的5-9月,一些餐饮部门以当地出产的珍稀鱼类作为吸引游客增加收入的手段,加剧了非法捕捞行为的蔓延,在2007年调查过程中也了解到,由于鱼类具有季节性,在繁殖洄游季节大肆捕捞、收购和冷冻作为常年销售;同时,一些有害渔具渔法对鱼类资源造成了极大的破坏。

3.5 保护建议

青海澜沧江上游水系的鱼类以裂腹鱼亚科和条鳅亚科鱼类为主,这些鱼类都具有生长缓慢、性成熟相对晚、繁殖力低的特性,其天然渔产量并不高,不能承受超强度捕捞,一旦资源遭受破坏,难以在短期内恢复起来,为保护好珍稀鱼类资源,提出如下建议。

3.5.1 加强基础研究,开展本底调查 虽然在20世纪80年代以前做过澜沧江水系的鱼类资源调查,近些年也做了一些监测工作,但还缺乏系统性和完整性。有必要对澜沧江源区以及各支流进行全面调查,摸清现有种类、数量及分布范围,在此基础上制定保护规划。

3.5.2 加大科技投入,开展技术攻关 一方面要为鱼类资源保护服务,开展人工繁殖技术攻关,为增殖放流以及增加渔业资源提供技术支撑;另一方面要从市场需求出发,开展人工养殖技术攻关,发挥珍稀特有鱼类价值,既可以有效地保护这些鱼类,又能满足市场的需要,减轻捕捞天然鱼类的压力。

3.5.3 强化生态环境保护 保持原有生境是物种保护的途径,完整、良好、原始的自然水域可以成为珍稀濒危鱼类最好的避难所。尽快成立鱼类自然保护区或水产种质资源保护区。在鱼类“三场一通道”的水域实施禁渔。完整保存水生生态环境,鱼类分布集中的干支流上游不宜进行水电开发。水利水电开发要认真做好环境影响评价工作,因地制宜选择合适的渔业资源增殖补偿措施。加强沿江流域的污水治理,完善排污治污设施,严禁污水、废水

直接流入澜沧江。

3.5.4 加强渔政基础设施建设 目前,在澜沧江流域尚没有成立渔政机构,当前的鱼类保护工作主要是当地的藏族群众和寺院自发性保护,应尽快成立渔政机构,加快渔政队伍建设,依法行政,打击破坏渔业资源行为。

3.5.5 防控外来入侵种 澜沧江上游水系土著鱼类种类少、生物多样性低、种间竞争不是很激烈。特别是澜沧江上游在水利水电开发后,河流形态改变成人工湖泊,将出现巨大的生态空位,那些广温性、广食性、耐运输、世代周期短、能在静水或微流水环境完成世代更替的小型种类,如麦穗鱼(*Pseudorasbora parva*)、棒花鱼(*Abbottina rivularis*)、鲫等,极易形成自然繁殖种群,并在初期快速繁殖,种群快速增长,并向上下游快速扩散。虹鳟(*Oncorhynchus mykiss*)等冷水性鱼类也能占据土著鱼类不能利用的生态位。随着放生活动日益频繁,而水库又将是当地群众放生的重点水域,外来鱼类入侵风险增大,要提前做好外来鱼类的防控工作。

志谢:青海省渔业环境监测站陈燕琴高级工程师、李柯懋高级工程师,青海省玉树藏族自治州农牧局、玉树县农牧局、囊谦县农牧局给予了全力支持和帮助,在此深表谢意!

参考文献

陈燕琴,申志新,刘玉婷,等.2012.澜沧江囊谦段夏秋季浮游植物群落结构初步研究[J].水生生态学杂志,33(3):60-67.

陈自明,潘晓赋,孔德平,等.2006.独龙江流域冬季鱼类多样性及其分布特点[J].动物学研究,27(5):505-512.

褚新洛,陈银瑞.1989.云南鱼类志(上册)[M].北京:科学出版社.

褚新洛,陈银瑞.1990.云南鱼类志(下册)[M].北京:科学出版社.

褚新洛,郑葆珊,戴定远.1999.中国动物志·硬骨鱼纲·鲑形目[M].北京:科学出版社.

段学花,王兆印,徐梦珍.2010.底栖动物与河流生态评价[M].北京:清华大学出版社.

胡鸿钧,魏印心.2006.中国淡水藻类—系统、分类及生态[M].北京:科学出版社.

蒋燮治,堵南山.1979.中国动物志·节肢动物门·甲壳纲·淡水枝角类[M].北京:科学出版社.

乐佩琦,陈宜瑜.1998.中国濒危动物红皮书·鱼类[M].北京:科学出版社.

乐佩琦.2000.中国动物志·硬骨鱼纲·鲤形目(下卷)[M].北京:科学出版社.

李捷,李新辉,谭细畅,等.2009.广东肇庆西江珍稀鱼类省级自然保护区鱼类多样性[J].湖泊科学,21(4):556-562.

凌去非,李思发.1998.长江天鹅故道鱼类群落种类多样性[J].中国水产科学,5(2):1-5.

刘月英,张文珍,王跃先,等.1979.中国经济动物志·淡水软体动物[M].北京:科学出版社.

齐雨藻,李家英,谢淑琦,等.2004.中国淡水藻志·硅藻门·羽纹纲(第10卷)[M].北京:科学出版社.

青海省水利志编委会办公室.1995.青海河流[M].西宁:青海人民出版社.

三江源自然保护区生态环境编辑委员会.2002.三江源自然保护区生态环境[M].西宁:青海人民出版社.

唐文家,赵霞,张妹婷,等.2012.青海省黑河上游水生生物的调查研究[J].大连海洋大学学报,27(5):477-482.

汪松,解焱.2004.中国物种红色名录(第1卷)[M].北京:高等教育出版社.

王家楫.1961.中国淡水轮虫志[M].北京:科学出版社.

王寿兵.2003.对传统生物多样性指数的质疑[J].复旦大学学报:自然科学版,42(6):867-868,874.

武云飞,陈瑗.1979.青海省果洛和玉树地区的鱼类[J].动物分类学报,4(3):287-296.

武云飞,吴翠珍.1992.青藏高原鱼类[M].成都:四川科学技术出版社.

武云飞,吴翠珍,于登攀.1994a.青海可可西里地区的鱼类区系和地理区划[J].高原生物学集刊,12:127-142.

武云飞,于登攀,吴翠珍.1994b.青海可可西里地区鱼类资源及其保护的初步研究[J].动物学杂志,29(2):9-17.

西藏自治区水产局.1995.西藏鱼类及其资源[M].北京:中国农业出版社.

喻庆国.2007.生物多样性调查与评价[M].昆明:云南科技出版社.

张家波,樊启学,王卫民.1998.老江河鱼类种类多样性和优势种的初步研究[J].淡水渔业,28(6):14-17.

张金屯.2011.数学生态学(第2版)[M].北京:科学出版社.

张觉民,何志辉.1991.内陆水域渔业自然资源调查手册[M].北京:农业出版社.

赵文.2008.水生生物学[M].北京:中国农业出版社.

中国科学院动物研究所甲壳动物研究组.1979.中国动物志·节肢动物门·甲壳纲·淡水桡足类[M].北京:科学出版社.

中国科学院西北高原生物研究所.1989.青海省经济动物志[M].西宁:青海省人民出版社.

朱松泉.1989.中国条鳅志[M].南京:江苏科学技术出版社.

Hydrobiontes Resource Survey of Lancang River in Qinghai Province

TANG Wen-jia¹, CUI Yu-xiang², ZHAO Xia³

(1. Qinghai Ecosystem Remote Sensing Monitoring Center, Xining 810000, P. R. China;

2. Qinghai Hydrology and Water Resources Survey, Xining 810001, P. R. China;

3. Key Laboratory of Qinghai - Tibet Plateau's Environment and Resources, Ministry of Education, Qinghai Normal University, Xining 810008, P. R. China)

Abstract: A survey of aquatic organisms in upper stream of Lancang River (where the survey was mainly launched in the watershed of Zaqu, Xiangqu, Ziqu and Baqu) was conducted from year 2007 to 2010. There were 4 phyla and 53 species of phytoplankton in total. Amounts of phytoplankton in Xiangqu, Zaqu and Ziqu were 13.85×10^4 - 34.20×10^4 ind./L, 4.75×10^4 - 38.00×10^4 ind./L, and 22.17×10^4 - 206.93×10^4 ind./L, respectively, and their corresponding biomasses were 0.2197 - 0.3489 mg/L, 0.1316 - 0.2456 mg/L, and 0.1597 - 1.1260 mg/L. There were 24 species of zooplankton. Amounts of zooplankton in Xiangqu, Zhaqu and Ziqu were 2.7 - 4.8 ind./L, 1.1 - 26.6 ind./L, and 0.69 - 19.49 ind./L, respectively, and their corresponding biomasses were 0.0080 - 0.0720 mg/L, 0.0106 - 0.0564 mg/L, and 0.0003 - 0.0165 mg/L. The number of benthonic animal species was 16, and of fish species was 6. In conclusion, this study could provide useful suggestions on fish protection and utilization.

Key words: Qinghai Province; Lancang River; hydrobiontes