

doi: 10.7541/2017.102

新疆伊犁河不同河段鱼类的物种多样性和优势种

蔡林钢¹ 牛建功¹ 刘春池¹ 邹明² 谢鹏² 阿达克·白克¹ 刘建¹ 李红¹

(1. 新疆水产科学研究所, 农业部西北地区渔业资源环境科学观测实验站, 乌鲁木齐 830000; 2. 华中农业大学, 武汉 430000)

摘要: 为了了解伊犁河鱼类群落结构和多样性特征, 于2012—2014年连续3年对我国境内新疆伊犁河上、中和下游不同河段进行鱼类资源调查。获得27种鱼类样本, 隶属于6目9科23属。伊犁河中、上游河段主要以斯氏高原鳅、新疆裸重唇鱼、新疆高原鳅和伊犁裂腹鱼等土著鱼类为优势种, 下游河段的优势种主要有鲤、草鱼和鲫等外来种。伊犁河中、上游河段鱼类种类稀少, 大中型鱼类资源稀少, 鱼类群落多样性低。梯级水电站的开发、过度捕捞以及外来种入侵对伊犁河鱼类群落造成了很大的影响。

关键词: 伊犁河; 鱼类群落; 多样性; 优势种

中图分类号: S931.3

文献标识码: A

文章编号: 1000-3207(2017)04-0819-08

伊犁河是新疆最大的一条河流, 也是我国与哈萨克斯坦共和国之间三大国际河流之一。伊犁河流域在我国境内全长442.0 km, 多年平均径流量 $167.0 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。特克斯河是伊犁河的主源, 发源于天山海拔6995.0 m的腾格里峰北坡, 从哈萨克斯坦流入中国, 自西向东穿过昭苏-特克斯盆地, 折向北接纳巩乃斯河后向西与喀什河汇合, 在国界由霍尔果斯河汇入后流入哈萨克斯坦共和国。伊犁河流域地形复杂, 伊犁河干流及其三大支流特克斯河、巩乃斯河和喀什河穿流于谷地之间, 这些支流年径流量的年际变化小而稳定, 河流落差大。整个伊犁河流域地势自东向西海拔和气温逐渐降低, 降水量减小, 蒸发量增加。独特的地势使伊犁河流域水资源丰沛、气候温和, 土地肥沃、有丰美的草场和茂密的森林, 是新疆少有的物种多样性丰富的区域^[1, 2]。近年来随着人类经济活动加剧, 鱼类种群资源正逐步发生变化, 而对鱼类物种多样性研究罕有报道。本文根据近3年来连续对伊犁河流域(我国境内)上下游不同河段鱼类资源调查结果进行物种多样性和优势种研究, 以期对伊犁河渔业资源合理开发利用及生物多样性保护提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 采样点的设置和方法

在伊犁河我国境内上、中、下游河段共布设

6个采样站, 分别为: 上游特克斯河大桥(A)、巩乃斯河团结乡(B)和喀什河尼勒克(C), 中游山口水库下1 km河段(D)、雅玛渡河段(E), 以及下游国境三道河河段(F), 这些采样点覆盖了伊犁河的主要支流以及干流。各采样站中心坐标位置、海拔进见表1。采样时间为2012—2014年每年6—7月和9—10月, 共计6次。采样的网具主要是单层刺网、三层刺网和地笼, 每次每个采样点所用网具类型、数量基本相同。采样范围为坐标点上下1 km河段内。对所采集的渔获物分别进行种类鉴别, 体长和体重测量。

1.2 数据分析

采用以下多样性特征进行研究:

(1) 相对重要性指数(IRI): $IRI = (n_i/N + w_i/W) \times f_i$;
 $IRI\% = (IRI / \sum IRI) 100\%$

本研究选取IRI%大于10的种类为各采样点优势种^[3-6]。

(2) Shannon-Wiener多样性指数: $H' = -\sum (n_i/N) \cdot \ln(n_i/N)$

(3) Simpson多样性指数: $D = 1 - \sum (n_i/N)^2$

(4) Bray-Curtis相似性指数: $C_n = \frac{2N_j}{N_a + N_b}$

以上各式中 n_i 为第 i 种的个体数, w_i 为第 i 种的总重量, N 为所有渔获种类的总个体数, W 为所有渔获种类的总重量, f_i 为第 i 种出现的站数占总调查站数

收稿日期: 2016-01-14; 修订日期: 2016-10-11

基金项目: 国家科技基础性工作专项(2012FY112700); 国家自然科学基金(31060357)资助 [Supported by the Ministry of Science and Technology (2012FY112700); the National Natural Science Foundation of China (31060357)]

通信作者: 蔡林钢(1970—), 男, 研究员, 主要从事鱼类生态及冷水鱼类增殖研究。E-mail: ywqclg@163.com

表 1 采样点地理位置
Tab. 1 Geographic description of sampling stations

河段Segment	序号No.	采样站Site name	编号Site	东经East	北纬North	海拔 Height (m)
上游Upstream	1	特克斯河大桥	A	80°54'11.9"	42°55'13.7"	1646
	2	巩乃斯河团结乡	B	83°34'41.8"	43°26'54.6"	948
	3	喀什河尼勒克	C	82°24'27.6"	43°49'81.0"	1028
中游Midstream	1	山口下1 km	D	82°29'15.9"	43°25'16"	859
	2	雅玛渡	E	81°41'42.3"	43°38'44.5"	660
下游Downstream	1	三道河(国境)	F	80°39'90.5"	43°50'67.4"	536

的百分比(即出现频率)。 N_a 和 N_b 分别为生境a和生境b鱼类群落中各自的总个体数, N_j 为生境a和生境b鱼类群落共有种中个体数量较小者之和。

(5)丰度生物量比较曲线分析

丰度生物量比较曲线(Abundance biomass comparison curve, 简称ABC曲线)是在同一坐标系中比较生物量优势度曲线和数量优势度曲线, 通过两条曲线的分布情况^[7]。

2 结果

2.1 伊犁河鱼类种类组成

本次调查中共获得鱼类种类27种, 隶属于6目9科23属, 共计1004尾, 1166.7 kg。其中鲤科鱼类最多, 有13种, 占总种数的48.1%; 其次是鳅科鱼类, 有4种, 占总种数的14.8%。种类最多的是站点F, 有16种, 占总种数的59.3%, 分布种类最少的是站点B, 仅8种, 占总种数的29.6%。此次调查中调查到土著鱼类9种。在支流特克斯河的11种鱼类中, 土著鱼类有9种; 巩乃斯河除了麦穗鱼, 其余7种鱼类均为土著鱼类; 喀什河除麦穗鱼、鲫以外, 其余7种均为土著鱼类, 雅玛渡河段出现的土著鱼类仅有3种, 伊犁河国境(三道河)河段的土著鱼类仅有伊犁裂腹鱼一种。综合分析各种类6个采样点的出现情况, 结果显示伊犁裂腹鱼和鲫在6个采样点的出现率为100%; 新疆裸重唇鱼和新疆高原鳅出现率为83.3%; 其次是穗唇须鳅、斯氏高原鳅和麦穗鱼, 出现率为66.7%(表 2)。非参数检验结果显示6个采样点鱼类群落组成无显著性差异($P>0.5$)。

2.2 伊犁河鱼类优势种

通过对各个采样点7鱼类的相对重要性指数分析, 结果表明: 斯氏高原鳅、新疆裸重唇鱼、新疆高原鳅和伊犁裂腹鱼是A站点的优势种类; 在采样站点B和C, 优势种类主要是新疆裸重唇鱼和新疆高原鳅; 而在D、E两个采样站点, 新疆裸重唇鱼和伊犁裂腹鱼是该河段的优势种类; 在下游的F站点, 优势种主要是伊犁裂腹鱼、鲤、草鱼和鲫。其中

新疆裸重唇鱼是A、B、C和D站点的优势种类, 伊犁裂腹鱼是调查站点A、D、E和F的优势种。总体上, 目前伊犁河(中国境内)中、上游河段优势种仍以斯氏高原鳅、新疆裸重唇鱼、新疆高原鳅和伊犁裂腹鱼等土著鱼类为优势种, 而下游国境线三道河河段鱼类优势种以鲤、草鱼和鲫为优势种(表 3)。

2.3 伊犁河鱼类多样性指数空间变化

对伊犁河6个采样点多样性指数计算分析显示, 在伊犁河下游国境(三道河)河段渔获种类最多, 鱼类群落多样性最高, Shannon-Wiener多样性指数为2.058, Simpson多样性指数为0.826。B站点鱼类物种数最少, 其多样性指数最小。采样点C和采样点E的物种数均为9, 采样点E的Shannon-Wiener多样性指数为和Simpson多样性指数分别为1.478和0.660, 而采样点C的Shannon-Wiener多样性指数为1.298, Simpson多样性指数为0.596(图 1)。

2.4 伊犁河鱼类群落结构分析

通过对6个采样点之间鱼类组成相似性系数统计分析, 表明伊犁河上游4个采样点之间鱼类组成相似性较高, 两两之间的Bray-Curtis相似性指数均在50%以上, 同时D、E两个采样点相似性也大于50%, F点与ABCD四个点的B-C指数均小于20%, E、F二者之间的B-C指数为38.64%。等级聚类分析根据Bray-Curtis相似性指数将6个采样点鱼类群落分为两大类。第I类包括采样站点A、B、C、D以及E站点; 第II类为F站点(图 2)。应用ANOSM分析进行显著性检验显示这两个群聚之间无显著性差异($P>0.05$)。

对伊犁河6个采样站点的7种优势种鱼类进行MDS排序分析, MDS胁迫系数为0.01, 表明MDS排序图能够很好地解释物种之间的相似性关系。根据Bray-Curtis相似性指数将鱼类物种分为两大类群。类群A包括斯氏高原鳅、新疆裸重唇鱼、新疆高原鳅和伊犁裂腹鱼4种(图 3)。类群B包括鲤、鲫和草鱼3种。应用ANOSM对这两大类群进行显著性检验显示这两大类群之间具有显著性差异($P<0.05$)。

表 2 伊犁河鱼类名录
Tab. 2 Fish species of the Ili River

种类 Species	采样点Site						出现次数 Occurrence	是否土著鱼类 Native fish
	A	B	C	D	E	F		
一、鲟形目Acipenseriformes								
鲟科Acipenseridae								
鲟属 <i>Acipenser</i> Linnaeus								
(1)裸腹鲟 <i>Acipenser nudiiventris</i> Lovetzky						+	1	×
二、鲑形目Salmoniformes								
鲑科Salmonidae								
大马哈鱼属 <i>Oncorhynchus</i> Linnaeus								
(2)虹鳟 <i>O. mykiss</i> Walbaum				+			1	×
三、鲤形目Cypriniformes								
鲤科Cyprinidae								
欧鳊属 <i>Abramis</i> Cuvier								
(3)欧鳊 <i>A. brama</i> Berg						+	1	×
草鱼属 <i>Ctenopharyngodon</i> Steindachner								
(4)草鱼 <i>C. idellus</i> (Cuvier et Valenciennes)						+	1	×
鲮属 <i>Phoxinus</i> Agassiz								
(5)短尾鲮 <i>P. brachyurus</i> Berg	+						1	√
雅罗鱼属 <i>Leuciscus</i> Cuvier								
(6)贝加尔雅罗鱼 <i>L. leuciscus baicalensis</i> (Dybowski)					+		1	×
赤梢鱼属 <i>Aspius</i> Agassiz								
(7)赤梢鱼 <i>A. aspius</i> (Linnaeus)					+	+	2	×
鲮鲂属 <i>Rhodeus</i> Agassiz								
(8)中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i> Gunther						+	1	×
麦穗鱼属 <i>Pseudorasbora</i> Bleeker								
(9)麦穗鱼 <i>P. parva</i> (Temminck et Schlegel)			+	+	+	+	4	×
棒花鱼属 <i>Abbottina</i> Jordan et Fowler								
(10)棒花鱼 <i>A. rivularis</i> (Basilewsky)						+	1	×
裂腹鱼属 <i>Schizothorax</i> Heckel								
(11)伊犁裂腹鱼 <i>S. pseudaksaiensis</i> Herzenstein	+	+	+	+	+	+	6	√
重唇鱼属 <i>Diptychus</i> Steindachner								
(12)斑重唇鱼 <i>D. maculatus</i> Steindachner	+	+	+				3	√
裸重唇鱼属 <i>Gymnodiptychus</i> Herzenstein								
(13)新疆裸重唇鱼 <i>G. dybowskii</i> (Kessler)	+	+	+	+	+		5	√
鲤属 <i>Cyprinus</i> Linnaeus								
(14)鲤 <i>C. carpio</i> Temminck et Schlegel					+	+	2	×
鲫属 <i>Carassius</i> Jarocki								
(15)鲫 <i>C. auratus</i> (Linnaeus)	+	+	+	+	+	+	6	×
鳅科Cobitidae								
须鳅属 <i>Barbatula</i> Linck								
(16)穗唇须鳅 <i>B. labiata</i> (Kessler)	+	+	+	+			4	√
高原鳅属 <i>Triplophysa</i> Rendahl								
(17)新疆高原鳅 <i>T. strauchii</i> (Kessler)	+	+	+	+	+		5	√
(18)斯氏高原鳅 <i>T. stoliczkae</i> (Steindachner)	+	+	+	+			4	√
(19)黑背高原鳅 <i>T. dorsalis</i> (Kessler)	+	+	+				3	√

续表2

种类 Species	采样点Site						出现次数 Occurrence	是否土著鱼类 Native fish
	A	B	C	D	E	F		
四、鲇形目Siluriformes								
鲇科Siluridae								
鲇属 <i>Silurus</i> Linnaeus								
(20)南方鲇 <i>S. meridionalis</i> Chen					+	+	2	×
(21)欧鲇 <i>S. glanis</i> Linnaeus						+	1	×
五、鲮形目Cyprinodontiformes								
鲮科Cyprinodontidae								
青鲮属 <i>Oryzias</i> Jordan et Snyder								
(22)青鲮 <i>O. latipes</i> Temminck et Schlegel						+	1	×
六、鲈形目Perciformes								
鲈科Percidae								
鲈属 <i>Perca</i> Linnaeus								
(23)伊犁鲈 <i>P. schrenki</i> Kessler	+			+			1	√
梭鲈属 <i>Lucioperca</i> Cuvier et Valenciennes								
(24)梭鲈 <i>L. lucioperca</i> (Linnaeus)						+	1	×
塘鳢科Eleotridae								
黄魮鱼属 <i>Hypseleotris</i> Gill								
(25)黄魮鱼 <i>H. swinhonis</i> (Gunther)	+					+	2	×
虾虎鱼科Gobiidae								
栉鰕虎鱼属 <i>Ctenogobius</i> Gill								
(26)褐氏栉鰕虎鱼 <i>C. brunneus</i> (Temminck et Schlegel)				+			1	×
(27)波氏栉鰕虎鱼 <i>C. cliffordpopei</i> (Nichols)						+	1	×
合计Total	11	8	9	10	9	16		9

注: +. 表示在此采样站有该鱼分布; √. 表示为土著鱼类; ×非土著鱼类
Note: +. The fish exists in this station; √. native fishes; ×. Non-native fishes

表3 伊犁河各采样点优势种
Tab. 3 Dominant fish in each sampling station of the Ili River

鱼名Species	IRI (%)					
	A	B	C	D	E	F
斯氏高原鳅 <i>T. stoliczkae</i>	34.67	1.56	9.92	1.89	0	0
新疆裸重唇鱼 <i>G. dybowskii</i>	29.38	68.87	54.94	66.34	25.70	0
新疆高原鳅 <i>T. strauchii</i>	16.09	13.06	12.21	5.93	3.70	0
伊犁裂腹鱼 <i>S. pseudaksaiensis</i>	14.20	6.26	6.44	18.96	59.36	23.42
鲤 <i>C. carpio</i>	0	0	0	0	1.71	35.27
草鱼 <i>C. idellus</i>	0	0	0	0	0	12.97
鲫 <i>C. auratus</i>	0.72	0.69	5.19	2.01	1.59	11.67

2.5 伊犁河鱼类群落ABC曲线

伊犁河支流和干流6个采样点鱼类群落的ABC曲线结果显示,在B站点和C站点,W值为负。在采样站点D和F,生物量优势度曲线始终位于丰富度优势度曲线的上方;在采样站点A、B和E,生物量优势度曲线和丰富度优势度曲线都有不同程度的相交;而在C站点,生物量优势度曲线位于丰富度优势度曲线下方(图4)。A、B和E站点的ABC曲线发

生交叉变化,结果显示引起A点ABC曲线交叉变化的物种是新疆裸重唇鱼和斑重唇鱼;B点ABC曲线交叉变化主要是由黑背高原鳅和伊犁裂腹鱼引起;E站点ABC曲线交叉变化主要是由南方鲇引起。

3 讨论

3.1 伊犁河鱼类组成

本研究在伊犁河(中国境内)的6个调查点中总

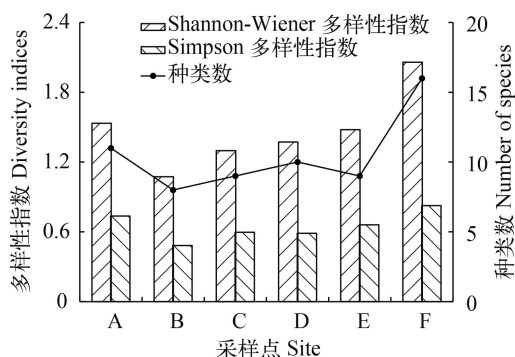


图1 伊犁河鱼类群落多样性指数

Fig. 1 Diversity indices of the fish community in the Ili River

共调查到鱼类27种,与历史资料记载^[1]相比,未捕获到的鱼类有Can、短头鲃、银色裂腹鱼、银鲫、鲢和北方泥鳅6种。伊犁河流域(中国境内)的10种土著鱼类分别是新疆裸重唇鱼、斑重唇鱼、伊犁裂腹鱼、银色裂腹鱼、新疆高原鳅、斯氏高原鳅、黑背高原鳅、穗唇须鳅、短尾鲢和伊犁鲈。其中银色裂腹鱼从1996年调查至今一直未捕获到样本,在本次调查中,银色裂腹鱼也是唯一一种没有捕获到的土著鱼类。

李思忠^[8]将伊犁河(中国境内)按鱼类区划划为华西区(中亚高山区)伊犁、额敏亚区。鱼类组成以鲤科裂腹鱼亚科鱼类和条鳅属鱼类为主。这些鱼类能够适应高海拔、低水温、水流急、大陆性气候强的水域生态环境。伊犁河(中国境内)中上游河段,裂腹鱼亚科和条鳅属的一些土著鱼类仍然是优势种。而在伊犁河国境(三道河)河段,优势种类与上中游河段的差异较大,主要以外来种类为主。同时,在伊犁河国境(三道河)河段和伊犁河雅玛渡河段还捕获到南方鲇,这在伊犁河流域鱼类的历史调查中是没有记载的。推测这些外来种可能从养殖场逸入伊犁河流域,但是受到上游河段水温和流速的限制,所以没有在中、上游河段形成一定规模,从而使伊犁河中、上游河段较好的维持了原有的鱼类群落结构。

3.2 伊犁河鱼类群落结构特征

α 多样性和 β 多样性一起构成了群落的总体多样性或生物异质性^[9]。对它们的测度可以体现群落的结构类型、组织水平和生境差异,是群落生物组成结构的重要指标。群落的多样性指数属于 α 多样性指标,很好的反映了不同群落内部在物种组成方面的差异^[10]。Shannon-Wiener多样性指数包含了物种丰富度和均匀性两个方面,物种数量或者均匀度增加,都可能使Shannon-Wiener多样性指数增加^[11]。伊犁河下游国境(三道河)河段渔获物种类最

多,因而Shannon-Wiener多样性指数最高。喀什河尼勒克河段与伊犁河雅玛渡河段的渔获物种类相同,而Shannon-Wiener多样性指数却有差异,这说明喀什河尼勒克河段鱼类均匀度小于伊犁河雅玛渡河段。 β 多样性指数是指群落之间的多样性,用来度量不同群落之间物种组成的差异^[12]。本研究利用群落的Bray-Curtis相似性指数将6个采样站点的鱼类群落分为两大类。这也客观地反映了伊犁河鱼类群落结构的地域差异。一些广适性物种如鲫、麦穗鱼、南方鲇等在各个采样点也形成一定捕捞规模,同时伊犁裂腹鱼在6个采样点都有出现,仍然是主要捕捞对象,这是引起两大类鱼类群落差异不显著的主要原因。新疆裸重唇鱼、斯氏高原鳅和新疆裸重唇鱼都属于冷水性鱼类,体型呈棒状,适应于急流、低温的山区溪流型水域环境^[13]。由于温度和流速影响鱼类的繁殖、生存以及生境利用^[14, 15]。因此,水温和流速在一定程度上影响鱼类群落结构。主要物种的排序也揭示了物种随着空间的变化特征。斯氏高原鳅、新疆裸重唇鱼、新疆高原鳅和伊犁裂腹鱼之间的物种相似性较高,以这些物种为优势种类的鱼类群落分布在伊犁河上游河段;以鲤、草鱼和鲫为优势种的群落分布在伊犁河国境(三道河)河段,这一结论与与采样站点的聚类是吻合的。

3.3 伊犁河鱼类资源保护启示

过度捕捞、外来种入侵、水利工程修建与农业引水灌溉、水体污染是公认的影响天然水体土

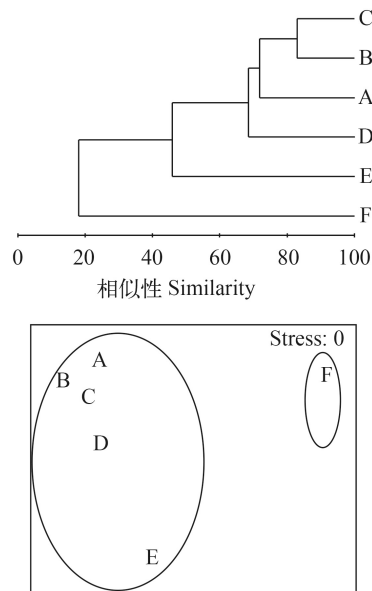


图2 伊犁河各采样站点等级排序

Fig. 2 Dendrogram and MDS ordination plot of each sampling station in the Ili River

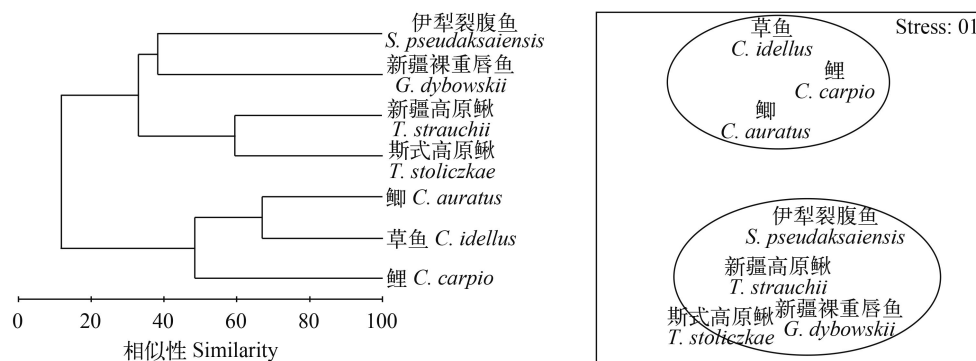


图3 伊犁河优势种类等级排序图

Fig. 3 Dendrogram and MDS ordination plot showing the main species in the Ili River

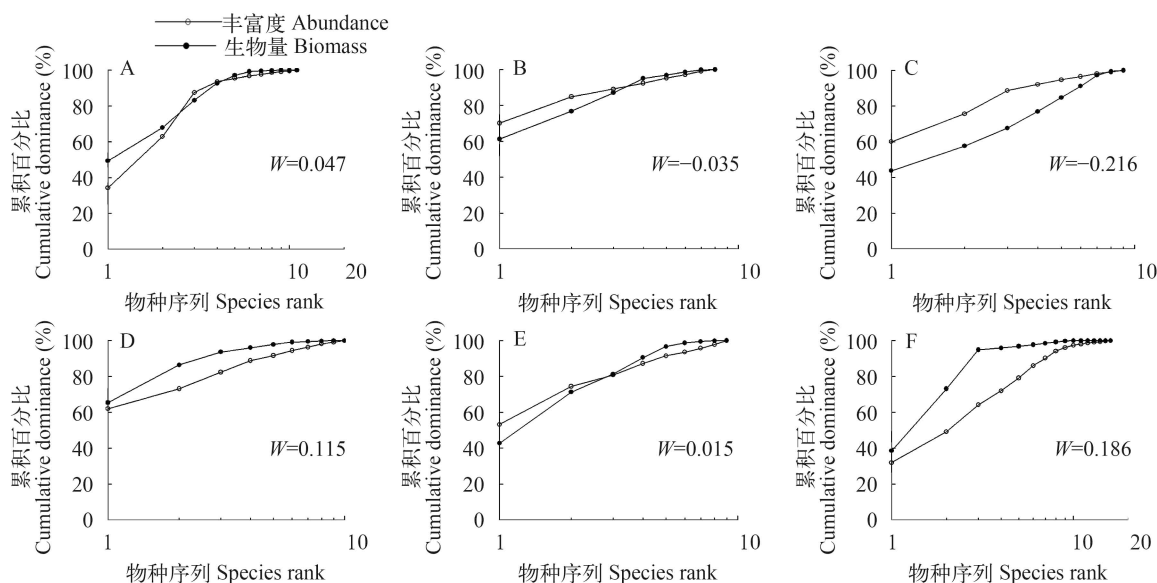


图4 伊犁河各采样点鱼类群落ABC曲线

Fig. 4 Plots ABC of each sampling station in the Ili River

著鱼类组成与分布的重要因素^[16-18]。银色裂腹鱼曾是伊犁河主产土著经济鱼类, 20世纪50至60年代其产量占伊犁河(我国境内)年捕捞量的60%以上, 而近些年却从未采集到样本。造成伊犁河中下游河段土著种类数量急剧减小的主要原因是过度捕捞。伊犁河(中国境内)下游三道河河段较上游河段水温较高、水流平缓, 沿岸多水生植物及河漫滩, 适宜草上产卵的温水性或广温性鱼类栖息繁衍, 这些适应能力强外来种在生态位竞争中处于优势, 再加上渔业开发过度, 外来种逐渐演化成为该河段的优势种类。尽管这些种类的入侵增加了物种数, 但是由于生态胁迫, 造成了土著种的资源退缩, 改变了该河段原有鱼类群落结构。

伊犁河(中国境内)新疆裸重唇鱼、斯氏高原鳅和斑重唇鱼属于冷水性鱼类。然而相关研究表明这3种鱼类的分布水域并不完全重叠^[15, 19]。新疆裸

重唇鱼和斑重唇鱼产卵场分布、微生境也具有明显的差异^[20]。这表明保护栖息地生境是保护鱼类物种多样性的前提条件。

鱼类群落中各个物种的生活史策略不同, 对捕捞和环境影响的反应程度也不同^[21]。ABC曲线用来反映群落中大型和小型种类的组成变化^[7]。在本研究中, A、B、E站点的ABC曲线交叉点物种很好的反映了鱼类群落中大型个体和小型个体的组成变化。在群落未受干扰的情况下, 群落主要以生长慢、性成熟晚、个体大k选择体种类为主, 此时, 生物量曲线位于优势度曲线之上; 随着干扰增加, k选择物种生物量或数量减小, 当达到中度干扰状态时, 两条曲线相交; 当群落逐渐转变为以r选择的物种为主时, 此时生物量曲线位于丰富度曲线之上, 群落受到重度干扰^[22]。本研究表明, C站点鱼类群落受到严重干扰, 其主要原因可能是喀什河上多级梯

级电站的修建, 改变了河流原有的水文性质而引起。水电站的修建改变了河道原始水量、水位、水质、水温, 对河道的浮游生物产生影响, 进而影响到野生鱼类的食物链。同时洄游通道被切断, 产卵场受到破坏^[24-27]。伊犁裂腹鱼曾是伊犁河重要的冷水性土著经济鱼类, 受到梯级水电站的隔断, 伊犁裂腹鱼无法进入饵料丰富的河岸洄水湾觅食, 再加上高强度捕捞, 造成群体低龄化近些年资源量呈下降趋势, 个体小型化, 已不能形成稳定的捕捞产量^[1, 28, 29]。但是伊犁裂腹鱼仍然是主要的捕捞对象, 因此迫切需要制定合理的措施, 对伊犁裂腹鱼种群进行恢复和保护。

伊犁河上游河段鱼类种类稀少, 大中型鱼类资源稀少, 优势种多以体型较小的冷水性土著鱼类为主, 鱼类多样性较低, 鱼类群落已受到干扰。因此需要加强伊犁河鱼类生境保护, 同时加强伊犁河土著鱼类生物学与生态学研究, 对已建水电站进行水生生物及环境监测, 控制外来种入侵, 严格按照相关法规进行增殖放流来保护土著鱼类。

参考文献:

- [1] Ren M L, Guo Y, Zhang Q L, *et al.* Fish Resources and Fishery of Ili River [M]. Heilongjiang: Science and Technology of Heilongjiang Press. 1998, 1—5 [任慕莲, 郭焱, 张清礼, 等. 伊犁河鱼类资源及渔业. 黑龙江: 黑龙江科学技术出版社. 1998, 1—5]
- [2] Chen Q C. Research on the Yili River [M]. Nanjing: Hehai University Press. 1996, 1—20 [陈其畴. 伊犁河研究. 南京: 河海大学出版社. 1996, 1—20]
- [3] Chen G B, Li Y Z, Chen X J. Species diversity of fishes in the coral reefs of South China Sea [J]. *Biodiversity Science*, 2007, **15**(4): 373—381 [陈国宝, 李永振, 陈新军. 南海主要珊瑚礁水域的鱼类物种多样性研究. 生物多样性, 2007, **15**(4): 373—381]
- [4] Liu C C, Gao X, Lin P C, *et al.* Fish community structure in Gezhouba reservoir [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2012, **27**(7): 843—849 [刘春池, 高欣, 林鹏程, 等. 葛洲坝水库鱼类群落结构特征研究. 长江流域资源与环境, 2012, **27**(7): 843—849]
- [5] Yu Y S, Zhang Q S, Chen W M, *et al.* A preliminary study on dominant fish species and their interspecific relations in waters of islands off the Northern Zhejiang [J]. *Journal of Fisheries of China*, 1986, **10**(3): 305—313 [郁尧山, 张庆生, 陈卫民, 等. 浙江北部岛礁周围海域鱼类优势种及其种间关系的初步研究. 水产学报, 1986, **10**(3): 305—313]
- [6] Shao X Y, Li D F, Cai Q H. The composition of fish community in Xiangxi Bay and resources evaluation [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2006, **30**(1): 70—73 [邵晓阳, 黎道丰, 蔡庆华. 香溪河鱼类群落组成及资源评价. 水生生物学报, 2006, **30**(1): 70—73]
- [7] Blanchard F, LeLoc'h F, Hily C, Boucher J. Fishing effects on diversity, size and community structure of the benthic invertebrate and fish megafauna on the Bay of Biscay coast of France. *Marine [J]. Ecology Progress Series*, 2004, **280**: 249—260
- [8] Li S Z. Distribution Division of Freshwater Fishes of China [M]. Beijing: Science Press, 1981, 45—46 [李思忠. 中国淡水鱼类的分布区划. 北京: 科学出版社. 1981: 45—46]
- [9] Ma K P, Liu C R, Liu Y M. Methods of measuring community biodiversity II, Methods of measuring β biodiversity [J]. *Chinese Biodiversity*, 1995, **3**(1): 38—43 [马克平, 刘灿然, 刘玉明. 生物群落多样性的测度方法 II. β 多样性的测度方法. 生物多样性, 1995, **3**(1): 38—43]
- [10] Gao X M, Ma K P, Huang J H, *et al.* Plant community diversity in donglingshan mountain, Beijing, China: XI. The β diversity of mountain meadow [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 1998, **18**(1): 24—32 [高贤明, 马克平, 黄建辉, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 XI. 山地草甸 β 多样性. 生态学报, 1998, **18**(1): 24—32]
- [11] Sun R Y, Li Q F, Niu C J, *et al.* Primary Ecology [M]. Beijing: Higher Education Press. 2002 [孙儒泳, 李庆芬, 牛翠娟, 等. 基础生态学. 北京: 高等教育出版社. 2002]
- [12] Ma K P. Methods of measuring community biodiversity. Mechanism and method of biodiversity [M]. Beijing: Science and Technology of China Press. 1994, 161—165 [马克平. 生物群落多样性的测度方法. 生物多样性研究的原理与方法. 北京: 中国科学技术出版社. 1994, 161—165]
- [13] Guo Y, Zhang R M, Cai L G, *et al.* The Fishes of Xinjiang [M]. Urumqi: Science and Technology of Xinjiang Press. 2012, 21—22 [郭焱, 张人铭, 蔡林钢, 等. 新疆鱼类志. 乌鲁木齐: 新疆科学技术出版社. 2012, 21—22]
- [14] Irwin E R, Bettoli P W. Introduced clupeids in a southern reseviior: More evidence for system-specific reproductive styles [J]. *Environmental Biology of Fishes*, 1995(42): 151—159
- [15] Gido K B, Matthews W J, Montgomery W L. Dynamics of the offshore fish assemblage in a southwestern reseviior (Lake Texoma, Oklahoma-Texas) [J]. *Copeia*, 2000: 917—930
- [16] Liu J K, Cao W X. Fish resources of the Yangtze River basin and the tactics for their conservation [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Valley*, 1992, **1**(1): 17—23 [刘建康, 曹文宣. 长江流域的鱼类资源及其保护对策. 长江流域资源与环境, 1992, **1**(1): 17—23]
- [17] Zhou X Y. Effect of hydraulic and hydro-power projects on the diversity of hydrobios and protective measures [J]. *China Rural Water and Hydropower*, 2009, **11**: 144—146 [周小愿. 水利水电工程对水生生物多样性的影响与保护措施. 中国农村水利水电, 2009, **11**: 144—146]
- [18] Zhao S S, Ye S W, Xie S G, *et al.* The current situation of fishery resources in the Xiaojang River of the Three Gorges Reservoir and advices on management [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2015, **39**(5): 973—982 [赵莎莎,

- 叶少文, 谢松光, 等. 三峡水库香溪河鱼类资源现状及渔业管理建议. 水生生物学报, 2015, **39**(5): 973—982]
- [19] Guo Y, Cai L G, Zhang R M, *et al.* The native fisher distributed and made of evolution in the Yili River (China's Section) [J]. *Arid Zone Research*, 1999(2): 31—35 [郭焱, 蔡林刚, 张人铭, 等. 伊犁河(中国境内)土著鱼类的分布与演化. 干旱区研究, 1999(2): 31—35]
- [20] Cai L G, Niu J G, Li H, *et al.* Study on Micro-environment at the Spawning Fields of *Gymnoditychus dybowskii* and *Ditychus maculatus* in the Kunes River [J]. *Arid Zone Research*, 2013, **30**(1): 144—148 [蔡林钢, 牛建功, 李红, 等. 巩乃斯河新疆裸重唇鱼和斑重唇鱼产卵场微环境研究. 干旱区研究, 2013, **30**(1): 144—148]
- [21] Lü Z B, Li F, Wang B, *et al.* Community structure of fish resources in spring and autumn in the Yellow Sea off Shandong [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2011, **35**(05): 692—699 [吕振波, 李凡, 王波, 等. 黄海山东海域春、秋季鱼类群落结构. 水产学报, 2011, **35**(05): 692—699]
- [22] Li S F. Status of fish community in East China Sea using the method of abundance-biomass comparison (ABC) curve [J]. *Journal of Fishery Sciences of China*, 2008, **15**(1): 136—144 [李圣法. 以数量生物量比较曲线评价东海鱼类群落状况. 中国水产科学, 2008, **15**(1): 136—144]
- [23] Henriette I J, James A C, Kenneth B L, *et al.* Theoretical study of river fragmentation by dams and its effects on white sturgeon populations [J]. *Environmental Biology of Fishes*, 2001, **60**: 347—361
- [24] Watters G T. Small dams as barriers to freshwater mus-sels (Bivalvia, Unionoida) and their hosts [J]. *Biological Conservation*, 1996, **75**(1): 79—85
- [25] Helfrich L A, Liston C, Hiebert S, *et al.* Influence of low-head diversion dams on fish passage, community composition, and abundance in the Yellowstone River, Montana [J]. *Rivers*, 1999, **7**: 21—32
- [26] Porto L M, McLaughlin R L, Noakes D L G. Low-head barrier dams restrict the movement of fishes in two Lake Ontario streams [J]. *North American Journal of Fisheries Management*, 1999, **19**(4): 1028—1036
- [27] Quist M C, Guy C S, Schultz R D, *et al.* Latitudinal comparison of walleye growth in North America and factors influencing growth of walleyes in Kansas reservoirs [J]. *North American Journal of Fisheries Management*, 2003, **23**: 677—692
- [28] Lin M L, Zhang T L, Ye S W, *et al.* Status of fish resources, historical variation and fisheries management strategies in hongze lake [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2013, **37**(6): 1118—1127 [林明利, 张堂林, 叶少文, 等. 洪泽湖鱼类资源现状、历史变动和渔业管理策略. 水生生物学报, 2013, **37**(6): 1118—1127]
- [29] Perera HA CC, Li Z J, Silva S, *et al.* Effect of the distance from the dam on river fish community structure and compositional trends, with reference to the Three Gorges Dam, Yangtze River, China [J]. *Acta Hydrobiologica Sinica*, 2014, **38**(3): 428—445 [H. A. C. C. Perera, 李钟杰, S. S. De Silva, 等. 三峡水库不同区域对鱼类群落结构和鱼类组成动态的影响. 水生生物学报, 2014, **38**(3): 438—445]

SPECIES DIVERSITY AND DOMINANT FISH SPECIES IN DIFFERENT REACHES OF THE ILI RIVER, XINJIANG

CAI Lin-Gang¹, NIU Jian-Gong¹, LIU Chun-Chi¹, ZOU Ming², XIE Peng², A dakbek¹, LIU Jian¹ and LI Hong¹

(1. Xinjiang Fishery Research Institute, Scientific Observing and Experimental Station and Environment Northwest China, Ministry of Agriculture, Urumqi 830000, China; 2. Huazhong Agriculture University, Wuhan 430000, China)

Abstract: From 2012 to 2014, fishing surveys were conducted upstream, midstream, and downstream of the Ili River to understand the characteristics of fish community structure and diversity. A total of 27 fish species were collected, belonging to 6 genera, 9 families, and 23 orders. In the upper and middle branches of the Ili River, the dominant species were *T. strauchii* (Kessler), *T. stoliczkae* (Steindachner), *G. dybowskii* (Kessler), and *S. pseudaksaiensis* Herzenstein, which are native fish of the Ili River. *C. idellus* (Cuvier et Valenciennes), *C. carpio* (Temminck et Schlegel) and *C. auratus* (Linnaeus) were the dominant species downstream of the Ili River. In the upper and middle branches of the Ili River, the species richness, resources of large fish, and community diversity were low. The construction of cascaded hydroelectric plants, over fishing, and exotic fish invasions have significantly affected the fish communities of the Ili River.

Key words: Ili River; Fish community; Diversity; Dominant species