

海河流域大清河水系的鱼类多样性

周绪申^{1,2,3}, 胡振³, 孟宪智³, 张浩³, 王立明⁴, 赵亚辉¹

(1. 中国科学院动物研究所 动物进化与系统学重点实验室, 北京 100101;

2. 天津大学 水利工程仿真与安全港口重点实验室, 天津 300072;

3. 生态环境部海河流域北海海域生态环境监督管理局 生态环境监测与科学研究中心, 天津 300170;

4. 水利部海河水利委员会 水资源保护科学研究所, 天津 300170)

摘要:大清河水系是海河流域最重要的组成部分,了解其鱼类多样性现状及特征对于京津冀一体化背景下流域水生生态保护有重要的科学价值。2018–2019年对大清河水系鱼类进行多次调查,并结合历史文献资料对大清河鱼类进行了详细梳理;以 α 多样性分析方法为基础,通过不同多样性指数反映大清河鱼类多样性现状。结果显示,大清河水系统计鱼类共85种,其中自然分布的淡水鱼类有8目、17科、59属、78种,以广布种为主,珍稀濒危物种占比低是大清河鱼类组成的重要特征;现状调查到鱼类42种,其中水系自然分布的种类仅33种,且以小型鱼类为主。Margalef丰富度指数、Shannon-Wiener多样性指数、Pielou均匀性指数分别为1.98、1.14、0.81,与海河流域其他水系相比,大清河水系鱼类物种多样性较低,且各区域分布较均匀。目前流域鱼类区系的完整性已被严重破坏,鱼类多样性呈现出明显的下降趋势。经济发展驱动的用水需求增加和大清河水资源不足是导致鱼类多样性减少的主要原因,生境变化、水域污染、水工建设、过度捕捞等也是不可忽视的因素。研究表明,保证一定生态流量、恢复河流连通性、加强水污染治理、开展人工增殖放流、加大禁捕力度,可改善流域鱼类多样性偏低的现状。

关键词:海河流域;鱼类资源;生物多样性;大清河

中图分类号:Q145 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-3075(2022)04-0085-10

大清河水系是海河流域五大水系之一,地处海河流域中部,西起太行山,东临渤海湾,北临永定河,南靠子牙河。大清河流域地势整体上由西北向东南倾斜,西部属太行山脉,由中山区、低山区和丘陵组成,东部属华北平原;其中,山区面积22 822 km²,平原面积20 238 km²(水利部海河水利委员会,2009)。大清河水系上游分为南北两支,呈扇形分布,较大的有拒马河、易水河、潞龙河、唐河、界河、府河、漕河、瀑河。大清河水系从南支唐河上源起,至独流减河入海口为止,全长483 km,总面积43 060 km²(陆孝平和富曾慈,2010)。流域地处温带半湿润、半干旱大陆性季风气候区,四季分明,多年平均降雨量为500~700 mm,其中山区约600 mm,平原约500 mm,降雨年际间变化较大,年内分配也不均匀,冬春两季很少降雨,多以暴雨形式集中于7–8月,因此易造成旱涝灾害(刘文具

和赵志杰,2012)。白洋淀作为华北平原最大的淡水浅湖型湿地,位于大清河中游,是该水系重要的组成部分(吴新玲,2011)。

当前,大清河水系有6座大型枢纽工程、大型水库7座、中型水库12座(天津市地方志编修委员会,2005)。近年来,随着大河流域经济社会的迅速发展,城市化进程不断提高,河系生态环境遭到持续破坏,河道干涸、湿地萎缩、水质恶化,对流域内水生生物的生存已产生极大影响。然而,当前对大清河水系的研究多集中在水文水资源(刘克,2009;王坤,2019)、水利工程(张伟杰,2019)、河道治理(邱琳和张玉,2018)等方面,对鱼类的研究则多集中在白洋淀。鱼类作为水生态系统的顶级群落,是水生生态系统的主要组成部分,在维护生态平衡特别是保护水资源环境安全方面具有不可替代的作用。历史上针对大清河水系鱼类的研究分散而不系统,对海河水系鱼类资源的调查以及开展的河北淡水鱼类区系研究中,只提到了部分大清河水系鱼类(刘修业等,1981;李国良,1986),其他相关研究也仅限于白洋淀(郑葆珊等,1960;王所安和顾景龄,1981;韩希福等,1991;曹玉萍等,2003;赵春龙等,2007;谢松和贺华东,2010;吴新玲,2011),当前尚未有对大清河水系鱼类多样性的专门报道。

收稿日期:2021-01-11 修回日期:2022-04-29

基金项目:生态环境部生物多样性调查评估项目(2019HC6001006);国家自然科学基金(51621092,51609166);世界银行贷款中国经济改革促进与能力加强项目(A13-2018)。

作者简介:周绪申,1982年生,男,博士,高级工程师,主要从事水生态环境保护研究。E-mail:jnsszbp@163.com

通信作者:赵亚辉。E-mail:zhaoyh@ioz.ac.cn

为了解大清河水系的鱼类多样性和资源信息,掌握流域内鱼类群落结构和空间分布特点,于2018–2019年进行了定点调查,并根据历史相关文献记载,比较鱼类多样性变化,旨在为大清河水系的生态修复和鱼类多样性保护提供基础资料,以期对生态资源的合理开发和生态环境保护提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 样品采集与鉴定

根据鱼类生物学特点,于2018年5–9月、12月以及2019年10–11月对大清河流域进行8次鱼类调查,涵盖了鱼类资源多样性丰富的主要月份。结合大清河水系水质控制站点的分布、水功能区概况、地形地势条件、样点代表性以及鱼类适生生境,在大清河水系共选择34个样点(图1)。

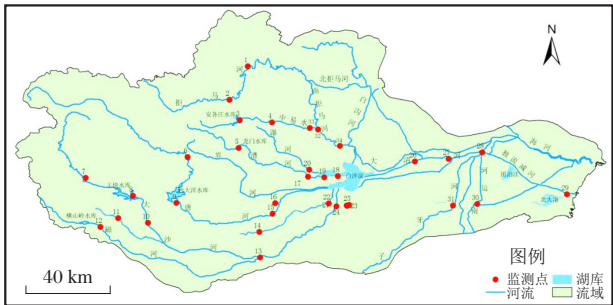


图1 大清河水系鱼类资源调查样点分布

Fig.1 Location of sampling sites in the Daqing River system

采集前主动联系主管部门,调查过程中以撒网、手网、诱笼为主,进行适度科学采集。现场记录物种和数量,一般留存5尾左右,用甲醛或酒精固定,其余就地放回河流;对于现场难以鉴定的种类,做好标记后带回实验室作进一步鉴定;同时访问渔民、市场、餐馆等有鱼类交易和消费的地方,收集鱼类样本,进行补充调查。鱼类分类与鉴定参考相关文献(朱松泉,1989;陈宜瑜,1998;褚新洛,1999;乐佩琦,2000;王所安等,2000;伍汉霖和钟俊生,2008;张春光和赵亚辉,2013);鱼类分类系统及物种最新有效名称参考张春光和赵亚辉(2016);鱼类食性、栖居水层等生物学信息参考已有文献资料(王鸿媛,1984;王所安等,2000;张春光和赵亚辉,2013)。

1.2 统计与分析

为评价鱼类多样性,选取指标包括相对多度(P_i)、出现频率(F_i)、Shannon–Wiener 多样性指数(H')、Margalef 丰富度指数(D)、Pielou 均匀度指数(J')(刘斌等,2013),计算公式如下:

$$P_i=n_i/N$$
$$F_i=t_i/T$$
$$H'=-\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i$$
$$D=(S-1)/\log_2 N$$
$$J'=H'/\log_2 S$$

①

②

③

④

⑤

式中: n_i 为第*i*种鱼类个体数, N 为总个体数, t_i 为出现第*i*种鱼类的总样方数, T 为样方总数, P_i 为第*i*种鱼类个体数占总个体数的比值, S 为样方总鱼类种数。

相对多度等级划分:1%以下为偶见种,1%~10%为常见种,10%以上为优势种。

2 结果

2.1 大清河水系整体鱼类多样性

结合历史资料、标本馆馆藏信息以及本次野外调查,在大清河(含白洋淀)水系共统计鱼类85种,隶属于10目、20科、64属(表1)。其中,花鲈、斑尾复虾虎鱼、纹缟虾虎鱼、弹涂鱼、暗纹东方鲀、梭鱼属河口分布的种类;池沼公鱼为引入的外来养殖种类,大清河水系自然分布的淡水鱼类共计8目、17科、59属、78种。

从目级水平分析,在自然分布的78种淡水鱼类中,鲤形目种类最多,有59种,占到淡水鱼类总数的75.64%;其次为鲈形目(7种)、鲇形目(4种),其余各目均不超过2种(图2)。在科级水平,鲤科鱼类数量最多,有50种,占淡水鱼类总数的64.10%,第2位的花鲈科有6种,而其余各科种类都不多(图3-a)。鲤科中,有9个亚科的鱼类在大清河水系有分布,其中鲃亚科和鮡亚科数量最多,分别为12种(图3-b)。

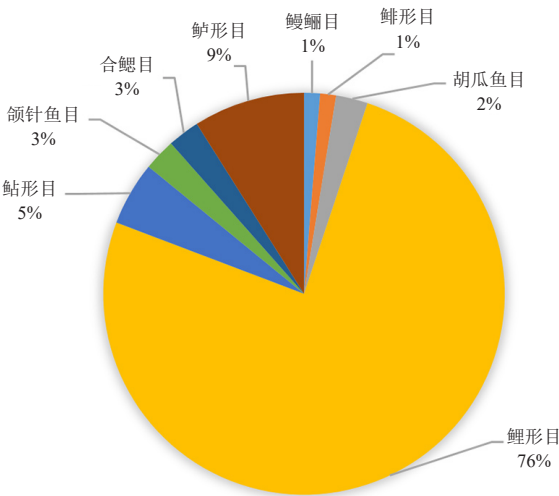


图2 大清河水系鱼类的目级组成

Fig.2 Fish community composition of the Daqing River system by orders

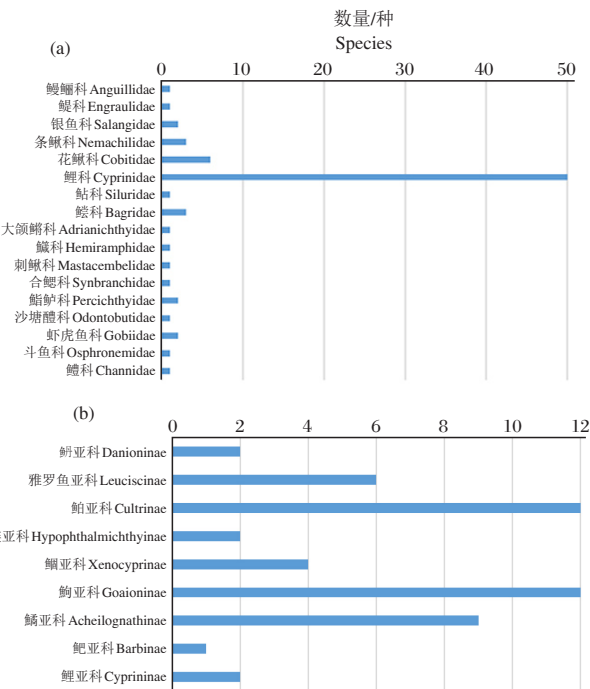


图3 大清河水系鱼类的科级(a)及鲤科鱼类亚科(b)组成
Fig.3 Fish community composition of the Daqing River system by families

2.2 鱼类现状调查

野外调查到大清河水系鱼类共有7目、14科、40属、42种(表1)。其中,青鱼、草鱼、鲢、鳙和大银鱼虽然历史上在大清河水系有自然分布,但目前均为人工增殖放流的鱼类,而池沼公鱼则为引进的养殖种;另外,花鲈、斑尾复虾虎鱼和纹缟虾虎鱼属河口性鱼类。去除这些物种后,尚能自然完成生活史的淡水鱼类数量仅为33种,隶属于5目、13科、31属。目前调查到的自然分布种类只及历史记录的42.31%。其中,鲤形目种类最多,有22种,占比达到66.67%;其次为鲈形目,有5种,占15.15%;鲇形目和合鳃目各2种,均占6.06%;颌针鱼目只有1种,占3.03%。从食性上看,以杂食性鱼类为主,占63.64%;其次为动物食性鱼类,占33.33%;草食性鱼类则仅有1种。从栖居水层看,底层鱼类居多,其次为中上层、中下层鱼类,上层鱼类最少,中下层和底层鱼类占75.76%。

2.3 大清河水系鱼类的空间分布

鱼类的空间分布及其物种丰富度、多样性和均匀性计算以野外调查中实际采集到的标本数据为依据,对于走访及市场调查或购买等方式获得的数据,均不在计算范围内;同时,因北郭村(13号)、孝义河桥(14号)、唐河大桥(15号)、贾辛庄村(17号)4个采样点河流干涸,也不纳入计算。

野外调查共捕获鱼类747尾,以小型鱼类及小个体鱼类为主,隶属于7目、13科、34种(表2)。整体来看,数量最多的为麦穗鱼,共捕获163尾,其次为鲫,共捕获118尾,相对多度分别为21.82%和15.80%,出现频率均为0.7。依据相对多度等级划分,麦穗鱼和鲫为大清河水系的优势种和广布种;马口鱼、宽鳍鱲、鲮、东北颌须鲈、点纹银鲈、棒花鱼、大鳞副泥鳅、泥鳅、黄颡鱼、小黄鲈、子陵吻虾虎鱼、斑尾复虾虎鱼、圆尾斗鱼、中华刺鲃14种鱼类为常见种;其余18种鱼类为偶见种。通过对上游南支、上游北支、白洋淀以及中下游进行分区域的空间分析,发现上游南支出现种类最多,有26种,占全部采集种类的76.5%,采集鱼类的尾数为253尾,其中麦穗鱼和棒花鱼为优势种,相对多度分别为28.1%和10.3%;其次为上游北支,采集到20种鱼类,共计296尾,其中麦穗鱼、宽鳍鱲和鲫为优势种,相对多度分别为19.9%、12.2%和10.8%;中下游地区采集到17种鱼类,共计82尾,其中鲫和斑尾复虾虎鱼为优势种,相对多度分别为34.1%和18.3%;白洋淀采集到15种鱼类,共计116尾,其中鲫和麦穗鱼为优势种,相对多度分别为32.8%和25.0%。麦穗鱼、棒花鱼、鲫、鲤、大鳞副泥鳅、小黄鲈、子陵吻虾虎鱼、圆尾斗鱼8种鱼类在各区域均有分布,中华刺鲃仅在上游北支的易水河出现过,东北颌须鲈、兴隆山小鰮、北方须鲈、池沼公鱼4种鱼类仅出现在上游南支,其中池沼公鱼仅在瀑河出现;斑尾复虾虎鱼、纹缟虾虎鱼和鲈仅在中下游地区的独流减河采集到标本。

对大清河水系的鱼类物种多样性、丰富度和均匀性进行计算统计,其中赵王辛河西王庄(26号)和南运河九宣闸(30号)均只采集到1种鱼,其物种多样性已丧失,应剔除极端值对数据统计的影响。整体来看,大清河水系鱼类的Shannon-Wiener多样性指数(H')、Margalef丰富度指数(D)、Pielou均匀度指数(J')均值分别为1.98、1.14、0.81。与海河流域其他水系如潮白河的Shannon-Wiener指数(1.3~3.6)相比(李雪健等,2018),大清河水系鱼类该指数相对偏低,在0.8~3.02,其中安里屯(27号) H' 值最高,为3.02,独流减河特大桥(29号)最低,为0.8;安里屯(27号) D 值最高,为2.51,易水河松山村(5号)最小,为0.43; J' 值最高点出现在潞泃河博士庄村(23号),为0.98,最低点位出现在唐河玉女桥(6号),为0.47。分区域来看,上游北支鱼类物种多样性、丰富度和均匀性指数分别为2.15、1.16、0.86,上游南支为1.88、1.06、0.81,白洋淀为2.06、1.21、0.75,中下游地区为1.89、1.29、0.78。

表 1 大清河水系鱼类名录

Tab.1 Fish species list for the Daqing River system

鱼类	历史记录	现状调查	食性	垂直分布	濒危等级	备注
鳗鲡目 Anguilliformes						
鳗鲡科 Anguillidae						
日本鳗鲡 <i>Anguilla japonica</i>	+		动物食性	底层	濒危	降海洄游
鲱形目 Clupernorpha						
鲱科 Engraulidae						
刀鲚 <i>Colia ectenes</i>	+		动物食性	中上层	无危	溯河洄游
胡瓜鱼目 Osmeriformes						
银鱼科 Salangidae						
寡齿新银鱼 <i>Neosalanx oligodontis</i>	+		动物食性	上层	数据缺乏	
大银鱼 <i>Protosalanx hyalocranius</i>	+	+	动物食性	上层		引入养殖
胡瓜鱼科 Osmeridae						
池沼公鱼 <i>Hypomesus olidus</i>		+	杂食性	中上层	无危	引入养殖
鲤形目 Cypriniformes						
条鳅科 Nemachilidae						
北鳅 <i>Lefua costata</i>	+		杂食性	底层	数据缺乏	
北方须鳅 <i>Barbatula nuda</i>	+	+	杂食性	底层	无危	
尖头高原鳅 <i>Triplophysa cuneicephala</i>	+		杂食性	底层	极危	
花鳅科 Cobitidae						
花斑副沙鳅 <i>Parabotia fasciatus</i>	+		杂食性	底层	无危	
东方薄鳅 <i>Leptobotia orientalis</i>	+		杂食性	底层	近危	
黄线薄鳅 <i>Leptobotia flavolineata</i>	+		杂食性	底层	濒危	
中华花鳅 <i>Cobitis sinensis</i>	+	+	杂食性	底层	无危	
泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	+	+	杂食性	底层	无危	
大鳞副泥鳅 <i>Paramisgurnus dabryanus</i>	+	+	杂食性	底层	无危	
鲤科 Cyprinidae						
马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	+	+	动物食性	中上层	无危	
宽鳍鱮 <i>Zacco platypus</i>	+	+	杂食性	中上层	无危	
青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i>	+	+	动物食性	中下层	无危	增殖放流
草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	+	+	草食性	中下层	无危	增殖放流
拉氏大吻鲃 <i>Rhynchocypris lagowskii</i>	+	+	杂食性	中上层	无危	
尖头大吻鲃 <i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	+		杂食性	中上层	无危	
鳊 <i>Eloqjchthys bambusa</i>	+		动物食性	中上层	无危	
赤眼鳟 <i>Squaliobarbus curriculus</i>	+		杂食性	中下层	无危	
贝氏鲮 <i>Hemiculter bleekeri</i>	+		杂食性	上层	无危	
鲮 <i>Hemiculter leusculus</i>	+	+	杂食性	上层	无危	
飘鱼 <i>Pseudolaubuca sinensis</i>	+		杂食性	中上层	无危	
寡鳞飘鱼 <i>Pseudolaubuca engraulis</i>	+		杂食性	中上层	无危	
似鲮 <i>Toxabramis swinhonis</i>	+		杂食性	中上层	无危	
鲂 <i>Megalobrama skolkovii</i>	+	+	草食性	中下层	无危	
翘嘴鲌 <i>Culter alburnus</i>	+	+	动物食性	中上层	无危	
尖头红鲌 <i>Chanodichthys oxycephalus</i>	+		动物食性	中上层	无危	
蒙古红鲌 <i>Chanodichthys mongolicus</i>	+		动物食性	中上层	无危	
达氏红鲌 <i>Chanodichthys dabryi</i>	+		动物食性	中上层	无危	
红鳍红鲌 <i>Chanodichthys erythropterus</i>	+	+	动物食性	中上层	无危	
鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>	+		草食性	中下层	无危	
鳊 <i>Aristichthys nobilis</i>	+	+	杂食性	中上层	无危	增殖放流
鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	+	+	杂食性	中上层	无危	增殖放流
银鲴 <i>Xenocypris argentea</i>	+		杂食性	中下层	无危	
黄尾鲴 <i>Xenocypris davidi</i>	+		杂食性	中下层	无危	
细鳞鲴 <i>Xenocypris microlepis</i>	+		杂食性	中下层	无危	
逆鱼 <i>Acanthobrama simoni</i>	+		动物食性	中下层	无危	
花鲢 <i>Hemibarbus maculatus</i>	+		杂食性	中下层	无危	
似白鲃 <i>Paraleucogobio notacanthus</i>	+		杂食性	中下层	数据缺乏	
麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	+	+	杂食性	中下层	无危	
华鲮 <i>Sarcocheilichthys sinensis</i>	+		杂食性	中下层	无危	
黑鳍鲮 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	+	+	杂食性	中下层	无危	

续表1

鱼类	历史记录	现状调查	食性	垂直分布	濒危等级	备注
东北颌须鮡 <i>Gnathopogon mantschuricus</i>	+	+	杂食性	中下层		
棒花鮡 <i>Gobio rivuloides</i>	+		杂食性	中下层	无危	
棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	+	+	杂食性	中下层	无危	
似鮡 <i>Pseudogobio vaillanti</i>	+		杂食性	中下层	无危	
蛇鮡 <i>Saurogobio dabryi</i>	+	+	杂食性	底层	无危	
点纹银鮡 <i>Squalidus wolterstorffi</i>	+	+	杂食性	中下层	无危	
兴隆山小鱥鮡 <i>Microphysogobio hsinglungshanensis</i>	+	+	杂食性	底层	数据缺乏	
中华鲮鱼 <i>Rhodeus sinensis</i>	+	+	杂食性	中层	无危	
高体鲮鱼 <i>Rhodeus ocellatus</i>	+	+	杂食性	中层	无危	
彩石鲮鱼 <i>Rhodeus lighti</i>	+		杂食性	中层	无危	
大鳍鲮 <i>Acheilognathus macropterus</i>	+		杂食性	中层	无危	
长身鲮 <i>Acanthorhodeus atranalis</i>	+		杂食性	中层	无危	
短须鲮 <i>Acheilognathus barbatus</i>	+		杂食性	中层	无危	
兴凯鲮 <i>Acheilognathus chankaensis</i>	+		杂食性	中层	无危	
缺须鲮 <i>Acheilognathus imberbis</i>	+		杂食性	中层	无危	
越南鲮 <i>Acheilognathus tonkinensis</i>	+		杂食性	中层	无危	
多鳞白甲鱼 <i>Onychostoma macrolepis</i>	+		杂食性	底层	易危	
鲫 <i>Carassius auratus</i>	+	+	杂食性	底层	无危	
鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	+	+	杂食性	底层	无危	
鲇形目 Siluriformes						
鲇科 Siluridae						
鲇 <i>Silurus asotus</i>	+	+	动物食性	底层	无危	
鲿科 Bagridae						
黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	+	+	杂食性	底层	无危	
瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachellii</i>	+		杂食性	底层	无危	
颌针鱼目 Beloniformes						
大颌鲂科 Adrianichthyidae						
青鲂 <i>Oryzias latipes</i>	+	+	杂食性	中上层	无危	
鲿科 Hemiramphidae						
日本下鲿 <i>Hyporhamphus sajori</i>	+		杂食性	中上层	无危	
合鳃目 Synbranchiformes						
刺鳅科 Mastacembelidae						
中华刺鳅 <i>Sinobdella sinensis</i>	+	+	动物食性	底层	无危	
合鳃科 Synbranchidae						
黄鳝 <i>Monopterus albus</i>	+	+	动物食性	底层	无危	
鲈形目 Perciformes						
鲈科 Percichthyidae						
鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>	+	+	动物食性	下层	无危	
斑鳊 <i>Siniperca scherzeri</i>	+		动物食性	下层	无危	
花鲈 <i>Lateolabrax japonicus</i>		+	动物食性	中上层	无危	
沙塘鳢科 Odontobutidae						
小黄鲈 <i>Hypseleotris swinhonis</i>	+	+	杂食性	中下层	无危	
虾虎鱼科 Gobiidae						
波氏吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius cliffordpopei</i>	+	+	动物食性	底层	无危	
子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	+	+	动物食性	底层	无危	
斑尾复虾虎鱼 <i>Synechogobius ommaturus</i>	+	+	动物食性	底层		咸淡水
纹缟虾虎鱼 <i>Tridentiger trigonocephalus</i>	+	+	动物食性	底层		咸淡水
斗鱼科 Osphronemidae						
圆尾斗鱼 <i>Macropodus ocellatus</i>	+	+	动物食性	中层	无危	
鲢科 Channidae						
乌鲢 <i>Ophiocephalus argus</i>	+	+	动物食性	底层	无危	
弹涂鱼科 Periophthalmidae						
弹涂鱼 <i>Periophthalmus modestus</i>	+		杂食性	底层		咸淡水
鲴形目 Tetraodontiformes						
鲴科 Tetraodontidae						
暗纹东方鲴 <i>Takifugu obscurus</i>	+		杂食性	中下层		咸淡水
鲴形目 Mugiliformes						
鲴科 Mugilidae						
梭鱼 <i>Liza haematocheila</i>	+		杂食性	中下层		咸淡水

表 2 大清河水系鱼类空间分布

Tab.2 Spatial distribution of fish species in the Daqing River system

种类	采样点编号																																		相对 多度/%	出现 频率
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34		
马口鱼	+	+		+		+	++	+	+	+		+																						3.61	0.30	
宽鳍鱮				+			++	+		++		++																				+		5.35	0.20	
草鱼							++	+																										0.13	0.03	
拉氏大吻鲈	+									+																								0.40	0.07	
鮡			+													+												+	+					2.68	0.27	
红鳍红鲌																+												+						0.94	0.17	
高体鲮鱼			+						+							+												+							0.94	0.17
麦穗鱼	++	+	++		+	+++	+	++	++			+++	+++	+++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++	++	++	21.82	0.70	
黑鳍鲈									+																									0.40	0.10	
东北颌须鲈						+	+++																											4.69	0.07	
点纹银鲈		+					+++	+		+		++																						3.61	0.17	
兴隆山小鰮鲈						+	+		+	+																								0.67	0.10	
棒花鱼	+++	+	+			+	+		+		+					+		+	+									+				+		5.35	0.43	
鲢																																		0.13	0.03	
鲫						+		+	+		++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	+	+	+	+	+	+	+	++	+					15.80	0.70	
鲤								+								+												+						0.67	0.13	
北方须鲈						+			+																									0.54	0.07	
中华花鲈	+			+				+	+	+																								0.67	0.10	
大鳞副泥鳅	+	+	+++					+++									+	+	+	+							+				+			5.22	0.30	
泥鳅	+			++					+		+	+								+							+							2.14	0.20	
黄颡鱼	+									+									+	+							+							1.61	0.20	
鲇																			+	+							+							0.54	0.07	
小黄鲈鱼	+	+		+						+	+				+++	+++	++	++	++	+							+	+	+					4.69	0.27	
子陵吻虾虎鱼			++							++						+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						7.50	0.37	
波氏吻虾虎鱼																												+							0.40	0.07
斑尾复虾虎鱼																													+++					2.01	0.03	
纹缟虾虎鱼																													+					0.27	0.03	
圆尾斗鱼				+++												+++	+++	++	++	+								+						4.02	0.17	
乌鳢																		+									+							0.27	0.07	
花鲈																											+							0.13	0.03	
黄鲈				+																							+							0.40	0.07	
中华刺鲈				++																														1.20	0.03	
青鲈												+					+																	0.54	0.07	
池沼公鱼																						++												0.67	0.03	

注：“+++”表示数量最多，“++”表示数量多，“+”表示少。
Note:“+++”means the quantity of the fish species at the spot was the most, “++”means the quantity of the fish species at the spot was much more, “+”means the quantity of the fish species at the spot was few.

3 讨论

3.1 大清河水系鱼类多样性特点

自然分布于大清河水系的淡水鱼类在高级分类阶元呈现出较高的多样性。在目级和科级上,大清河水系分别占到整个中国淡水鱼类的47.06%和36.17%,鲤科的12个亚科中,在大清河水系有其中的9个,占总数的75.00%(表3)。但在种级水平,受限于大清河水系的流域面积以及地理、地史因素,其鱼类多样性则处在较低水平,只占全国的5.73%,且多数种类都属广布种,这是大清河水系鱼类多样性的重要特点。大清河水系属海河流域,全流域有淡水鱼类83种(Xing et al, 2016)。大清河分布有78种,占海河流域的93.96%,说明大清河水系的鱼类多样性具有高度代表性,其现状和所面临的诸多生态威胁因素,基本上可以反映海河流域的现状和问题,是大清河水系鱼类多样性的另一个特点。

表3 大清河水系鱼类各分类单元在全国的占比
Tab.3 Percentages of different taxonomic categories in the Daqing River system accounting for the inland freshwater fish of China

项目	目	科	鲤科中亚科数量	属	种
大清河水系	8	17	9	59	78
中国全域	17	47	12	303	1362
占比/%	47.06	36.17	75.00	19.47	5.73

注:全国数据来自于张春光和赵亚辉(2016)。
Note: Data on inland fish of China are from Zhang & Zhao (2016).

大清河水系有1个流域特有种,即只在拒马河分布的黄线薄鳅;此外,大清河水系还分布有海河流域特有种尖头高原鳅;流域内还有一系列中国特有种,如多鳞白甲鱼、东方薄鳅等。流域中受威胁的物种数量有4种,包括极危(CR)物种1种—尖头高原鳅;濒危(涉危)等级物种2种,为日本鳗鲡和黄线薄鳅;易危(VU)物种1种—多鳞白甲鱼(蒋志刚等, 2016)。黄线薄鳅和多鳞白甲鱼已被订定为国家二级重点保护野生动物。总体看,受危物种只占到流域鱼类总数的5.13%,远低于全国20.44%的平均水平,更低于全球29%的平均值(曹亮等, 2016)。流域珍稀特有鱼类贫乏,也是大清河水系鱼类多样性的特点之一。

3.2 大清河水系鱼类现状

在大清河水系78种土著淡水鱼类现状调查中,未调查到鳗鲡目、鲱形目鱼类。整体来看,未调查到的种类包括具江海洄游性或河口性鱼类,如刀鲚和日本鳗鲡,也未见产漂流性卵的鳅,但发现了同样产

漂流性卵的鲢、鳙野生种群,这与大清河流域河流连通性已完全断绝有关;此外,喜贝性产卵鱼类如鲮类有7种未调查到。中下层或底层鱼类如赤眼鳟、花鲢、银鲴、瓦氏黄颡鱼等也未在现状调查中发现,这与流域生境质量下降是有关关系的。从食性和栖居水层看,现存鱼类与历史鱼类的整体结构相似,均表现为杂食性鱼类>动物食性鱼类>草食性鱼类,底层鱼类>中上层鱼类>中下层鱼类>上层鱼类。杂食性、动物食性、草食性鱼类下降幅度分别为58.82%、54.17%、66.67%,底层、中下层、中上层、上层鱼类分别下降37.50%、55.00%、55.56%、50.00%。分析表明,大清河水系受到闸坝或断流阻隔效应的影响较为显著,洄游性鱼类的比例大幅下降,尤其是淡咸水洄游鱼类已难以发现。

各区域的多样性指数整体比较接近。上游北支的多样性和均匀性水平最高,但其丰富度却最低,表明区域内物种相对较丰富且各种群间数量较均匀,未形成绝对优势种;上游南支多样性和丰富度指数最低,而均匀性水平相对较高,是由于区域内物种较多、各物种间的种群数量相对较小且均匀;白洋淀均匀性水平最低,但多样性和丰富度指数较高;中下游地区丰富度指数最高,但多样性和均匀性水平相对较低,表明区域内物种相对较丰富,已形成明显的优势类群,如白洋淀中鲫的相对多度已达到32.8%,中下游鲫的相对多度达到34.1%。总体上看,目前大清河流域鱼类无论从其区系组成、生态类型、多样性指标等各个角度考察,同历史相比,均呈现出显著的下降趋势;原先的区系完整性已不存在,破碎化明显。

3.3 影响大清河水系鱼类多样性的主要因素

3.3.1 生态水量不足 人类经济社会发展的用水需求和大清河流域水资源禀赋不足之间的矛盾,是目前影响大清河水系鱼类生物多样性最主要的原因,也是造成物种多样性下降的重要因素。近年来,大清河流域城市化程度大大增加,水资源过度开发导致生态严重恶化,河道干涸、湿地萎缩、河口生态恶化、地下水位大幅下降等。水体功能同时大大降低,目前大清河水系水质优于Ⅲ类的河长为21.9%,河段干涸占总长的33.7%。大清河水系67个水功能区中,19个水功能区河道干涸,只有14个功能区达标,达标率仅为20.9%。河流水生态状况恶化,近10年的实测资料与《海河流域综合规划(2012-2030年)》(水利部海河水利委员会, 2009)中确定的最小生态水量相比较,其中大清河水系所需生态水量为0.83亿m³,近10年平均实测水量为0.45亿m³,说明大清河水系现状

河段生态水量得不到满足,也导致白洋淀所需生态水量不足。河湖岸带生境状况较差,大清河水系等山前平原河段河道滩地采砂现象严重,河滩植被破坏,人工农业生态系统增加,河岸带生境现状较差,白洋淀湖滨带破坏较为严重。水土流失依然严重,经过多年治理,海河流域水土保持工作取得很大成绩,但边治理边破坏、治理标准偏低、植被保存率不高问题仍较普遍。多鳞白甲鱼是唯一在长江以北地区分布的鲤科、鲃亚科种类,在大清河水系主要分布于拒马河,拒马河是该物种分布的最北限,在研究动物适应演化和动物地理时具有重要的科学意义。多鳞白甲鱼通常自 10 月下旬陆续进入到拒马河附近的泉穴中(以鱼谷洞为主)蛰伏越冬至翌年 4 月中下旬(张春光,1986),谷雨前后集中从越冬的泉穴中游出进入河流中摄食、繁殖。然而,由于持续的水量减少,洞穴和河流不再联通,大量的适生生境消失,使得目前多鳞白甲鱼已经基本退出大清河水系。

3.3.2 水工设施阻隔 20 世纪 50 年代以来,大清河水系修建了大批水利工程,现建有枣林庄枢纽、新盖房枢纽、王村闸、独流减河进洪闸枢纽、西河闸枢纽和工农兵挡潮闸共 6 座大型枢纽工程,流域内共建有大型水库 7 座,中型水库 12 座,总库容达 41.5 亿 m^3 (天津市地方志编修委员会,2005);除上述大型水库外,各支流上还修建了大量的电站和小型水工设施,这些都将原本联通的羽状河流片段化,阻隔了鱼类种群间的遗传交流和洄游通道,一些江海洄游性种类在流域内消失,如日本鳊鲌是降河产卵的鱼类,其产卵场在以琉球海沟为中心的海域,每年需要长距离洄游之后溯河进入中国、朝鲜半岛、日本等地的淡水江河、湖泊完成育肥。历史上在大清河水系,日本鳊鲌是比较常见物种,在白洋淀等水域也有记录(李国良,1989)。然而,随着闸口和水库的建设,江海洄游通道受阻,目前日本鳊鲌在大清河流域已经基本消失。大坝对于一些纯淡水鱼类顺利完成生活史也有不利影响。四大家鱼都是产漂流性卵的鱼类,受精卵后续的发育需要一定的水流激荡,从而漂流于江河之中,并在漂流过程中逐渐发育成仔稚鱼,仔稚鱼再进一步漂流至水面开阔的河段或湖泊育肥成熟。流域内大型水库的建设,导致水量减少、河道断流,使得大清河水系目前已经基本不存在满足这些大中型产漂流性卵鱼类的自然生存空间。尽管鲢、鳙等鱼类在流域内的水库比较常见,但基本为人工增殖放流群体。

3.3.3 水文情势骤变 水库建成后,水文情势发生重大变化,库区鱼类组成由“河流相”逐步向“湖泊相”演变。库区河段原来适应于底栖急流、砾石等底质环境产粘沉性卵的鱼类,逐渐被适应于缓流或静水环境生活的鱼类所代替,如鲤、鲫、棒花鱼、鲇等;此外,大型水库生态水量泄放不足,使得大清河流域多条河流由太行山脉进入平原区时出现断流,一些小型引水式发电站也造成局部河段的减脱水。这些都极大限缩了鱼类的生存空间,势必导致鱼类物种多样性和种群数量的大幅下降。流域内其他一些生态问题,如水域污染、过度捕捞和外来物种的引入,对本就趋于减少的鱼类多样性产生了进一步的“剥蚀”作用。

3.4 鱼类资源保护及其多样性恢复建议

大清河水系鱼类资源的减少主要由径流量减少、生态需水量不足所致,而断流、闸坝阻隔、水污染是造成群落结构组成及空间分布变化的重要原因;同时,小型鱼类、小个体鱼类的高占比也显示人为捕捞压力仍存在,因此提出如下建议:

(1)重视河道生态水量及河流连通性恢复,稳定开展调水工程,加强节水改造,尤其在鱼类生殖期,上游应及时开闸放水,其他闸坝应增设过鱼通道。

(2)加强流域内水污染防治工作,随着法规及标准的不断完善,现阶段应加强对污染防治工作的监督管理,同时必要河段可开展清淤治理。

(3)提高人工增殖放流的多样性,除鲢、鳙、草鱼等常规种外,还应增殖青鱼、黄颡鱼、黄鳝、鳊、鮰、鲈等经济鱼类,以丰富生态位。

(4)除禁渔期加大监察力度外,应限制非禁渔期的捕捞力度,实行捕捞配额制,避免“绝户网”的使用,严禁电鱼,增强民众的鱼类保护意识,坚持合理开发,或参照长江鱼类大保护,在大清河流域也试行 10 年禁渔期。

参考文献

- 曹亮,张鹏,臧春鑫,等,2016. 通过红色名录评估研究中国内陆鱼类受威胁现状及其成因[J]. 生物多样性,24(5):598-609.
- 曹玉萍,王伟,张永兵,2003. 白洋淀鱼类组成现状[J]. 动物学杂志,(3):66-70.
- 陈宜瑜,1998. 中国动物志:硬骨鱼纲:鲤形目(中卷)[M]. 北京:科学出版社.
- 褚新洛,1999. 中国动物志:硬骨鱼纲:鲇形目[M]. 北京:科学出版社.
- 韩希福,王所安,曹玉萍,等,1991. 白洋淀重新蓄水后鱼类组成的生态学分析[J]. 河北渔业,12(6):8-11.

- 蒋志刚,江建平,王跃招,等,2016. 中国脊椎动物红色名录[J]. 生物多样性,24(5):500–551,615.
- 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.
- 李国良,1986. 关于河北省淡水鱼类区系的探讨[J]. 动物学杂志,(4):4–9,12.
- 李国良,1989. 河北淡水鱼类地理区划的初探[J]. 动物学杂志,(5):13–16.
- 李雪健,郭久波,牛诚祯,等,2018. 北京市潮白河流域鱼类物种组成的历史演变和多样性现状[J]. 动物学杂志, 53(3): 375–388.
- 刘斌,张远,渠晓东,等,2013. 辽河干流自然保护区鱼类群落结构及其多样性变化[J]. 淡水渔业,43(3):49–55.
- 刘克,2009. 大清河下游湿地水文特征演变及生态响应研究[D]. 北京:首都师范大学.
- 刘文具,赵志杰,2012. 浅析大清河流域的水文特征变化对白洋淀湿地的影响[J]. 地下水,34(6):101–102.
- 刘修业,王良臣,杨竹舫,等,1981. 海河水系鱼类资源调查[J]. 淡水渔业,(2):36–43.
- 陆孝平,富曾慈,2010. 中国主要江河水系要览[M]. 北京:中国水利水电出版社.
- 邱琳,张玉,2018. 基于雄安新区浅谈大清河系河道治理整顿工作[J]. 山西农经,(12):62.
- 水利部海河水利委员会,2009. 海河流域综合规划(2012–2030年)[R]. 天津:水利部海河水利委员会.
- 天津市地方志编修委员会,2005. 天津通志:水利志[M]. 天津:天津社会科学院出版社.
- 王鸿媛,1984. 北京鱼类志[M]. 北京:北京出版社.
- 王坤,2019. 1980—2017年大清河流域水系连通性变化分析[D]. 北京:北京林业大学.
- 王所安,顾景龄,1981. 白洋淀环境变化对鱼类组成和生态的影响[J]. 动物学杂志,(4):10–13.
- 王所安,王志敏,李国良,等,2000. 河北动物志:鱼类[M]. 石家庄:河北科学技术出版社.
- 吴新玲,2011. 引黄济淀对白洋淀鱼类种群影响分析[J]. 河北水利,(11):42.
- 伍汉霖,钟俊生,2008. 中国动物志:硬骨鱼纲:鲈形目(五):虾虎鱼亚目[M]. 北京:科学出版社.
- 谢松,贺华东,2010. “引黄济淀”后河北白洋淀鱼类资源组成现状分析[J]. 科技信息,(9):439–497.
- 张春光,1986. 多鳞铲颌鱼的生态适应性及地理分布成因的探讨[J]. 动物学报,32(3):266–271.
- 张春光,赵亚辉,2013. 北京及其邻近地区的鱼类:物种多样性、资源评价和原色图谱[M]. 北京:科学出版社.
- 张春光,赵亚辉,2016. 中国内陆鱼类物种与分布[M]. 北京:科学出版社.
- 张伟杰,2019. 大清河水利工程变迁及对雄安新区建设的影响[D]. 保定:河北农业大学.
- 赵春龙,肖国华,罗念涛,等,2007. 白洋淀鱼类组成现状分析[J]. 河北渔业,(11):49–50.
- 郑葆珊,范勤德,戴定远,1960. 白洋淀鱼类[M]. 天津:河北人民出版社.
- 朱松泉,1989. 中国条鳅志[M]. 南京:江苏科学技术出版社.
- Xing Y C, Zhang C G, Fan E Y, et al, 2016. Freshwater fishes of China: species richness, endemism, threatened species and conservation[J]. Diversity & Distributions, 22(3):358–370.

(责任编辑 万月华)

Fish Community Diversity in the Daqing River System of Haihe River Basin

ZHOU Xu-shen^{1,2,3}, HU Zhen³, MENG Xian-zhi³, ZHANG Hao³, WANG li-ming⁴, ZHAO Ya-hui¹

(1. Key Laboratory of Zoological Systematics and Evolution, Institute of Zoology,

Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, P.R. China;

2. State Key Laboratory of Hydraulic Engineering Simulation and Safety,

Tianjin University, Tianjin 300072, P.R. China;

3. Center of Eco-environmental Monitoring and Scientific Research, Administration

of Ecology and Environment of Haihe River Basin and Beihai Sea Area,

Ministry of Ecology and Environment of People's Republic of China, Tianjin 300170, P.R. China;

4. Water Resource Protection Research Institute of Haihe River Water Conservancy Commission,

Minister of Water Resources, Tianjin 300170, P.R. China)

Abstract: The Daqing River is an important component of the Haihe River basin. Fish, as the top group of the aquatic ecosystem, play an irreplaceable role in conserving water resource security. Therefore, it is important to understand fish community diversity in the Daqing River system for aquatic ecosystem conservation in the context of integrating Beijing, Tianjin, and Hebei Provinces. In this study, a field survey of the fish community was conducted at 34 sites in the Daqing River system during May–September and December of 2018 and October–November of 2019. Based on the survey results and historical literature, community structure, spatial distribution, diversity change and resource information on fishes in the Daqing River system were analyzed. The aims were to provide basic data for fish diversity conservation and ecosystem restoration of the Daqing River system and scientific evidence for the rational development of ecological resources and policies for conserving the ecological environment. Historically, a total of 85 fish species have been recorded in the Daqing River system, including 78 naturally distributed freshwater species from 59 genera, 17 families and 8 orders. Fish community structure of Daqing River system was characterized by high proportion of common fish species and low proportion of threatened and endemic species. However, only 42 fish species were collected during this survey, and only 33 species of them were naturally distributed in the river, and primarily dominated by small species. The average value of Shannon–Wiener diversity, Margalef richness and Pielou evenness indices of fish community in Daqing River system were 1.98, 1.14 and 0.81, respectively, indicating that the fish community diversity in Daqing River system was low. Spatially, the distribution of fish community in each region was relatively uniform. Overall, the fauna composition, ecological types and diversity of the fish community in the Daqing River system are currently declining compared with the historical data. The integrity of the fish fauna has been destroyed and species diversity is dramatically decreasing. The conflict between water demands from economic development and limited water resources is the primary factor resulting in the decline of fish species diversity. Additionally, habitat degradation, water pollution, dam construction and over-fishing are also driving forces that should not be ignored. To effectively improve fish diversity in the Daqing River system, we recommend maintaining an ecological flow, restoring river connectivity, enhancing water pollution management, stock enhancement and release, and forbidding fish capture.

Key words: Haihe River; fish resources; biodiversity; Daqing River