

杨春晖, 李怡群, 王慎知, 等. 滹沱河与滏阳河鱼类群落结构及多样性比较研究[J]. 湿地科学, 2025, 23(1): 132-139. [Yang C H, Li Y Q, Wang S Z, et al. Comparative study on the structure and diversity of fish communities in Hutuo River and Fuyang River[J]. Wetland Science, 2025, 23(1): 132-139.] DOI: 10.13248/j.cnki.wetlandsci.20240056; CSTR: 32178.14.wetlandscience.20240056

# 滹沱河与滏阳河鱼类群落结构及多样性比较研究

杨春晖<sup>1,2</sup>, 李怡群<sup>1</sup>, 王慎知<sup>1</sup>, 高文斌<sup>1</sup>, 许玉甫<sup>1</sup>, 张海鹏<sup>1\*</sup>

(1. 河北省海洋与水产科学研究院(河北省海洋渔业生态环境监测站), 河北 秦皇岛 066000;

2. 河北农业大学海洋学院, 河北 秦皇岛 066000)

**摘要:**2018年南水北调中线工程开始对滹沱河和滏阳河进行生态补水, 修复河湖生态环境。为了解补水后两条河流鱼类资源现状及其群落关系, 于2021—2023年每年4月、7月和10月, 对河北省境内滹沱河、滏阳河进行了鱼类资源调查, 研究了两水域鱼类群落结构及多样性, 并进行了区系相似性等比较分析。研究结果表明, 滹沱河采集到5目10科26属32种鱼类, 滏阳河采集到5目10科30属36种鱼类。滹沱河和滏阳河鱼类群落都以静水定居、产沉黏性卵、杂食性、底栖鱼类为主, 优势种均为麦穗鱼(*Pseudorasbora parva*)和鲮(*Hemiculter leucisculus*)等小型鱼类, 区系划分上以中国平原区系复合体鱼类居多。滹沱河和滏阳河鱼类群落Margalef指数分别为2.01~2.72和1.96~2.45; Shannon-Wiener多样性指数分别为2.61~3.29和2.29~2.83; Pielou均匀度指数分别为0.59~0.72和0.48~0.58。滹沱河和滏阳河鱼类多样性较丰富, 群落结构相似性较高, 体现了海河流域典型的江河平原鱼类群落结构的共同特征。持续补水等生态修复措施改善了水环境, 保护并恢复了鱼类资源及多样性, 对两河湿地生态的修复具有重要意义。

**关键词:**鱼类资源; 群落结构; 多样性; 滹沱河; 滏阳河

中图分类号:S931.1

文献标识码:A

文章编号:1672-5948(2025)01-132-08

鱼类作为水生生态系统中的顶级群落<sup>[1]</sup>, 在生态系统中发挥重要作用。滹沱河和滏阳河位于海河流域子牙河上游, 为子牙河水系两大支流。近年来, 为了更好地保护渔业资源, 中华人民共和国农业农村部批准在滹沱河建立了中山湖、柏坡湖国家级水产种质资源保护区, 主要保护对象为日本沼虾(*Macrobrachium nipponense*)和黄颡鱼(*Pelteobagrus fulvidraco*); 在滏阳河建立了沙漳河红鳍原鲌(*Cultrichthys erythropterus*)、日本沼虾国家级水产种质资源保护区和永年洼黄鳝(*Monopterus albus*)、泥鳅(*Misgurnus anguillicaudatus*)国家级水产种质资源保护区。目前, 关于河北省内滹沱河和滏阳河鱼类群落结构及多样性的研究仅有2019年和2020年鱼类多样性的数据<sup>[2]</sup>。

滹沱河曾经开展过鱼类种类组成及多样性的相关调查<sup>[3-6]</sup>, 但是其调查区域多位于山西省境内且时间较久远, 滏阳河则没有鱼类物种记录。

为了修复河湖生态环境, 河北省于2018年开始对滹沱河和滏阳河实施生态补水工程。本研究于2021—2023年, 对河北省境内滹沱河、滏阳河鱼类资源进行了调查, 旨在探明长期补水后滹沱河、滏阳河的鱼类资源现状及其群落关系, 为两河鱼类多样性的保护及湿地生态修复提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区

滹沱河和滏阳河区域气候为暖温带大陆性季风气候, 春旱夏涝, 年际降水分配极不均匀, 5月

收稿日期:2024-03-01; 修订日期:2024-04-27

基金项目:河北省财政预算项目“重要水域生态环境监测预警及渔业资源养护技术集成”资助。[Foundation: Hebei Provincial budget project "Integration of technologies for monitoring and early warning of the ecological environment of important waters and conservation of fishery resources".]

作者简介:杨春晖(1997—), 男, 辽宁省锦州人, 硕士, 工程师, 从事渔业资源与鱼类学研究。E-mail: 18641639166@126.com

\*通信作者:张海鹏, 正高级工程师。E-mail: 670390445@qq.com

和 6 月流量最小, 最大流量出现在 7 月和 8 月<sup>[7]</sup>。滹沱河全长 587 km, 流域面积为  $2.73 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 地势西高东低, 发源于山西省忻州市繁峙县泰戏山桥儿沟村一带, 穿越太行山进入河北省平山县, 在出山口处形成冲洪积扇, 东流至献县, 与滏阳河交汇形成子牙河<sup>[8]</sup>; 滹沱河在山西省部分占全流域的 70%, 地形以山地、丘陵为主, 在河北省部分占全流域的 30%, 地形以平原为主<sup>[8]</sup>。滏阳河全长 413 km, 流域面积为  $2.17 \times 10^4 \text{ km}^2$ , 流域西南高、东北低, 地形依次为丘陵区、冲积平原区, 艾辛庄以上各支流发源于太行山东麓, 艾辛庄以下各支流发源于平原<sup>[9]</sup>; 滏阳河河形蜿蜒, 支流繁多而集中于左岸, 为典型的不对称扇形河道, 有大小支流 20 余条, 多为季节性河道<sup>[9]</sup>。随着南水北调中线工程对滹沱河、滏阳河生态补水的实施, 周边生态环境质量得到了明显的改善, 沿河建设了多个湿地公园。

## 1.2 调查点布设与调查方法

根据历史调查站位, 在滹沱河, 布设调查点 3 个; 在滏阳河, 布设调查点 7 个 (图 1)。各调查点所在河道宽度为 10~50 m, 平均水深约为 2 m。

2021—2023 年, 每年 4 月、7 月和 10 月的 15 日, 各采样 1 次。

参照《内陆水域渔业自然资源调查手册》<sup>[10]</sup>, 采用地笼网 (网目 0.6 cm, 笼长 15 m, 网高 0.4 m) 和拉网 (网目 1 cm, 网长 30 m, 网高 2 m) 相结合的方式, 以捕捞法为主, 进行样品采集。其中, 地笼网捕捞对象为底栖鱼类、中下层鱼类, 拉网主要捕捞对象为中上层鱼类。参照《黄河鱼类志》<sup>[11]</sup>, 对捕捞的鱼类进行种类鉴定。测定每种渔获物的个体数和生物量, 以及个体的全长 (mm)、体长 (mm)、体质量 (g) 等生物学指标。

## 1.3 数据分析

采用相对重要性指数 (*IRI*)<sup>[12]</sup>, 判断群落优势种。当  $IRI \geq 1\ 000$  时, 该物种为优势种; 当  $1\ 000 > IRI \geq 100$  时, 该物种为重要种<sup>[12]</sup>。

采用 Margalef 指数<sup>[13]</sup>、Shannon-Wiener 指数<sup>[14]</sup>和 Pielou 指数<sup>[15]</sup>, 进行群落物种多样性分析。其计算公式详见文献。

采用平均地理相似性系数 (*AFR* 系数,  $r_{AFR}$ )、Jaccard 系数 ( $C_J$ )、Sorenson 系数 ( $C_S$ )、Czekanowski 系数 ( $C_D$ ), 进行鱼类区系相似性分析<sup>[16]</sup>。其计算

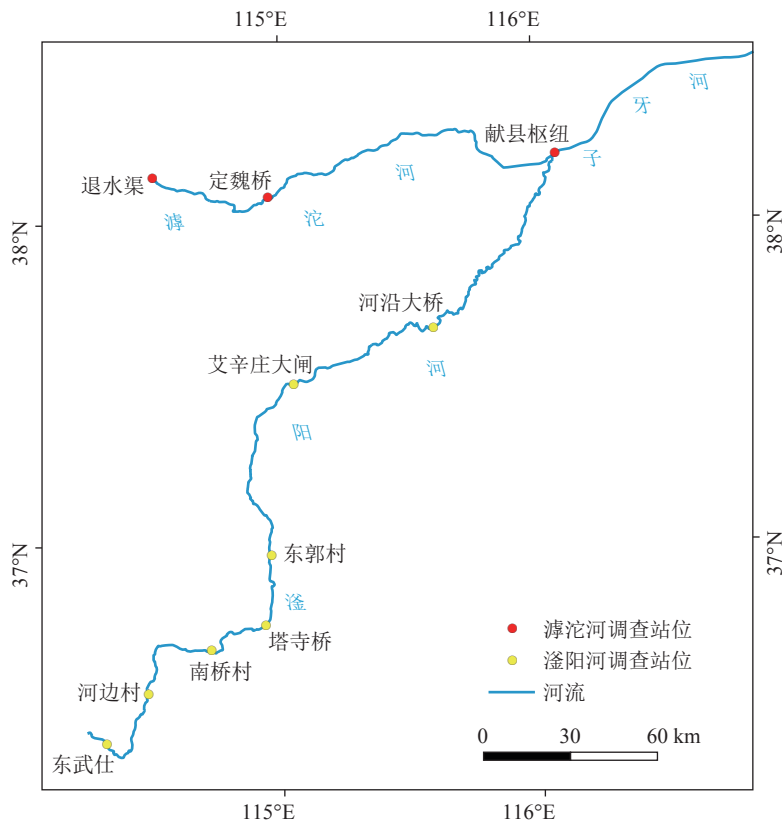


图 1 滹沱河、滏阳河鱼类资源调查站位分布图

Fig.1 Distribution of fish resource survey stations in Hutuo River and Fuyang River

公式为:

$$r_{AFR} = a(N_1 + N_2) / 2N_1N_2 \quad (1)$$

$$C_J = a / (N_1 + N_2 - a) \quad (2)$$

$$C_S = 2a / (N_1 + N_2) \quad (3)$$

$$C_D = 2a / (2a + b + c) \quad (4)$$

公式(1)~(4)中,  $a$ 为2个流域共有的鱼类物种数;  $b$ 为第1个流域独有物种数;  $c$ 为第2个流域独有物种数;  $N_1$ 为第1个流域物种数;  $N_2$ 为第2个流域物种数。鱼类区系的关系判断标准: 当  $r_{AFR} \geq 80\%$  时, 为相同区系; 当  $60\% \leq r_{AFR} \leq 79\%$  时, 为关系密切; 当  $40\% \leq r_{AFR} \leq 59\%$  时, 为周缘关系; 当  $r_{AFR} < 40\%$  时, 为疏远关系。鱼类群落相似性判别标准: 当  $C_J$ 、 $C_S$  和  $C_D$  值在 0.00~0.25 时, 为极不相似; 其值在 0.25~0.50 时, 为轻度相似; 其值在 0.50~0.75 时, 为中度相似; 其值在 0.75~1.00 时, 为高度相似。

## 2 结果与分析

### 2.1 鱼类种类组成

本次调查在溇沱河和濠阳河共采集到鱼类 5 目 11 科 37 种(表 1)。其中, 在溇沱河采集到 5 目 10 科 26 属 32 种, 在濠阳河采集到 5 目 10 科 30 属 36 种(表 1)。在目级分类阶元组成中, 溇沱河中的鲤形目有 22 种, 占总物种数的 68.75%; 鲈形目有 4 种, 占总物种数的 12.50%; 鲇形目有 3 种, 占总物种数的 9.38%; 颌针鱼目有 2 种, 占总物种数的 6.25%; 胡瓜鱼目仅有 1 种, 占总物种数 3.13%。濠阳河中的鲤形目有 25 种, 占总物种数的 69.44%; 鲈形目有 5 种, 占总物种数的 13.89%; 鲇形目有 4 种, 占总物种数的 11.11%; 颌针鱼目和胡瓜鱼目各有 1 种, 各占总物种数的 2.78%。在科级水平上, 溇沱河和濠阳河流域都以鲤科物种数最多, 占总物种数的 60% 以上, 其他各科物种都在 1~3 种。

### 2.2 鱼类生态类型及区系组成

参考历史资料<sup>[17-22]</sup>, 对 37 种鱼类的生态类型进行综合分类(表 1)。按栖息水层划分, 底栖鱼类、中下层鱼类和中上层鱼类分别有 16 种、12 种和 9 种, 分别占总种数的 43.24%、32.43% 和 24.32%。按栖息环境划分, 静水定居型鱼类、溪流定居型鱼类和江湖洄游型鱼类分别有 27 种、7 种和 3 种, 分别占总种数的 72.97%、18.92% 和 8.11%。按食性划分, 杂食性鱼类、肉食性鱼类和植食性鱼类分

别有 21 种、14 种和 2 种, 分别占总种数的 56.76%、37.84% 和 5.41%。按繁殖特性划分, 产沉性卵鱼类、产黏性卵鱼类、产漂流性卵鱼类、蚌内产卵鱼类和产浮性卵鱼类分别有 12 种、11 种、6 种、5 种和 3 种, 分别占总种数的 32.43%、29.73%、16.22%、13.51% 和 8.11%。

1985 年, 史为良<sup>[23]</sup>对斯蒂格曼的动物区系复合体学说进行了完善, 将中国淡水鱼类分为 8 种区系复合体。溇沱河和濠阳河鱼类由江河平原区系复合体、北方平原区系复合体、新近纪区系复合体和南方平原区系复合体组成(表 1)。江河平原区系复合体鱼类最多, 共有 16 种, 占总种数的 43.24%; 新近纪区系复合体鱼类和南方平原区系复合体鱼类次之, 都有 10 种, 各占总种数的 27.03%; 北方平原区系复合体仅有麦穗鱼 1 种, 占总种数的 2.70%。麦穗鱼原本归属江河平原区系复合体, 后来根据其化石分布及习性, 改划入北方平原区系复合体<sup>[23]</sup>。

### 2.3 鱼类的优势种与重要种

如表 2 所示, 溇沱河鱼类的优势种分别为麦穗鱼、点纹银鮡、鳊和馬口鱼, 重要种分别为子陵吻虾虎鱼、鲫、红鳍原鮰、棒花鱼和中华鲮; 濠阳河鱼类的优势种分别为麦穗鱼、子陵吻虾虎鱼和鳊, 重要种分别为鲫、红鳍原鮰、馬口鱼和兴凯鲮。麦穗鱼和鳊是 2 个水域的共同优势种, 鲫、子陵吻虾虎鱼、红鳍原鮰和馬口鱼等中小型鱼类在鱼类群落中均占优势, 同一种鱼类在 2 个水域的  $IRI$  指数虽然有一定差异, 但优势度总体类似。

### 2.4 鱼类群落多样性指数

如图 2 所示, 溇沱河和濠阳河的鱼类多样性水平都较高。溇沱河和濠阳河鱼类群落 Margalef 指数分别为 2.01~2.72 和 1.96~2.45, 平均值分别为 2.30 和 2.27; Shannon-Wiener 指数分别为 2.61~3.29 和 2.29~2.83, 平均值分别为 3.05 和 2.57; Pielou 指数分别为 0.59~0.72 和 0.48~0.58, 平均值分别为 0.67 和 0.54。总体来看, 2021—2022 年溇沱河和濠阳河鱼类多样性呈上升趋势并达到最大值, 溇沱河鱼类多样性指数高于濠阳河, 且分布更均匀, 但在 2023 年鱼类多样性都有所下降, 两河鱼类多样性相近。

### 2.5 鱼类区系相似性

通过鱼类组成的相似程度, 可以了解水域间的历史时空变化和发育关系<sup>[24-25]</sup>。对鱼类区系相

表 1 溇沱河和滢阳河鱼类种类组成、分布、生态类型及区系划分

Table 1 Species composition, distribution, ecological type and faunal division of fishes in Hutuo River and Fuyang River

目/科/种	溇沱河	滢阳河	生态类型				区系划分
			栖息水层	栖息环境	食性	繁殖特性	
<b>一 颌针鱼目 Beloniformes</b>							
<b>(一) 怪颌鲂科 Adrianichthyidae</b>							
1 青鲂 <i>Oryzias latipes</i>	+	+	U	1	CA	P	E
<b>(二) 鱮科 Hemiramphidae</b>							
2 日本下鱮 <i>Hyporhamphus sajori</i>	+		U	3	CA	V	E
<b>二 鲤形目 Cypriniformes</b>							
<b>(三) 花鲈科 Cobitidae</b>							
3 泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	+	+	De	1	OM	H	C
4 大鳞副泥鳅 <i>Paramisgurnus dabryanus</i>	+	+	De	1	OM	H	C
<b>(四) 鲤科 Cyprinidae</b>							
5 棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	+	+	De	1	OM	H	A
6 短须鲮 <i>Acheilognathus barbatulus</i>	+	+	L	1	OM	S	C
7 兴凯鲮 <i>Acheilognathus chankaensis</i>	+	+	L	1	OM	S	C
8 大鳍鲮 <i>Acheilognathus macropterus</i>	+	+	L	1	OM	S	C
9 鲫 <i>Carassius auratus</i>	+	+	De	1	OM	V	C
10 草鱼 <i>Ctenopharyngodon idellus</i>	+	+	L	3	PH	SP	A
11 翘嘴鲌 <i>Culter alburnus</i>	+	+	U	1	CA	V	A
12 红鳍原鲌 <i>Cultrichthys erythropterus</i>	+	+	U	1	CA	V	A
13 鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	+	+	De	1	OM	V	C
14 短须颌须鲈 <i>Gnathopogon imberbis</i>		+	L	2	OM	H	A
15 棒花鲈 <i>Gobio rivuloides</i>	+	+	De	2	OM	H	A
16 花鲢 <i>Hemibarbus maculatus</i>	+	+	De	2	OM	V	A
17 贝氏鲮 <i>Hemiculter bleekeri</i>	+	+	U	1	OM	H	A
18 鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	+	+	U	1	OM	H	A
19 马口鱼 <i>Opsariichthys bidens</i>	+	+	U	2	CA	SP	A
20 似鲃 <i>Pseudobrama simoni</i>	+	+	L	1	PH	SP	A
21 寡鳞鲃 <i>Pseudolaubuca engraulis</i>		+	U	1	OM	V	E
22 麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	+	+	L	1	OM	V	B
23 高体鲃 <i>Rhodeus ocellatus</i>	+	+	L	1	OM	S	C
24 中华鲃 <i>Rhodeus sinensis</i>	+	+	L	1	OM	S	C
25 黑鳍鲃 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	+	+	L	1	OM	SP	A
26 蛇鲃 <i>Saurogobio dabryi</i>		+	De	2	OM	SP	A
27 点纹银鲃 <i>Squalidus wolterstorffi</i>	+	+	L	2	OM	SP	A
<b>三 胡瓜鱼目 Osmeriformes</b>							
<b>(五) 银鱼科 Salangidae</b>							
28 大银鱼 <i>Protosalanx chinensis</i>	+	+	U	3	CA	H	A
<b>四 鲈形目 Perciformes</b>							
<b>(六) 鱧科 Channidae</b>							
29 乌鱧 <i>Channa argus</i>	+	+	De	1	CA	P	E
<b>(七) 虾虎鱼科 Gobiidae</b>							
30 波氏吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius cliffordpopei</i>	+	+	De	1	OM	V	E
31 子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	+	+	De	1	CA	V	E
<b>(八) 沙塘鱧科 Odontobutidae</b>							
32 小黄鲃 <i>Micropercops swinhonis</i>	+	+	De	1	CA	V	E
<b>(九) 鲃科 Percichthyidae</b>							
33 鲃 <i>Siniperca chuatsi</i>		+	L	1	CA	P	A

续表

目/科/种	溱沔河	溧阳河	生态类型				区系划分
			栖息水层	栖息环境	食性	繁殖特性	
<b>五 鲇形目 Siluriformes</b>							
<b>(十) 鲇科 Bagridae</b>							
34 黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	+	+	De	1	CA	H	E
35 瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachellii</i>	+	+	De	1	CA	H	E
36 乌苏拟鲇 <i>Pseudobagrus ussuriensis</i>		+	De	2	CA	H	E
<b>(十一) 鲇科 Siluridae</b>							
37 鲇 <i>Silurus asotus</i>	+	+	De	1	CA	H	C

注: +表示调查中发现的鱼类; U: 中上层鱼类; L: 中下层鱼类; De: 底栖鱼类; 1: 静水定居型鱼类; 2: 溪流定居型鱼类; 3: 江湖洄游型鱼类; PH: 植食性鱼类; CA: 肉食性鱼类; OM: 杂食性鱼类; SP: 产漂流性卵鱼类; H: 产沉性卵鱼类; V: 产黏性卵鱼类; P: 产浮性卵鱼类; S: 蚌内产卵鱼类; A: 江河平原区系复合体; B: 北方平原区系复合体; C: 新近纪区系复合体; E: 南方平原区系复合体。

表 2 溱沔河和溧阳河鱼类群落优势种、重要种及相对重要性指数

Table 2 Dominant species, important species and relative importance indexes of fish communities in Hutuo River and Fuyang River

物种名称	溱沔河					溧阳河					
	质量占比%	数量占比%	出现率%	相对重要指数	优势类别	物种名称	质量占比%	数量占比%	出现率%	相对重要指数	优势类别
麦穗鱼	6.43	16.46	66.67	1 526.23	优势种	麦穗鱼	17.34	35.07	72.53	3 801.36	优势种
点纹银鮡	12.58	26.67	38.46	1 509.81	优势种	子陵吻虾虎鱼	9.33	24.85	47.25	1 615.42	优势种
鮠	15.02	12.26	51.28	1 398.83	优势种	鮠	11.81	10.05	47.25	1 032.85	优势种
马口鱼	17.01	9.31	41.03	1 079.76	优势种	鲫	9.20	2.14	40.66	461.03	重要种
子陵吻虾虎鱼	2.38	13.22	61.54	960.10	重要种	红鳍原鲌	6.62	2.85	30.77	291.44	重要种
鲫	13.21	1.50	46.15	679.13	重要种	马口鱼	6.07	9.72	16.48	260.36	重要种
红鳍原鲌	6.53	2.55	41.03	372.75	重要种	兴凯鲌	4.97	2.29	21.98	159.51	重要种
棒花鱼	2.67	2.19	30.77	149.50	重要种						
中华鲌	1.00	4.60	25.64	143.55	重要种						

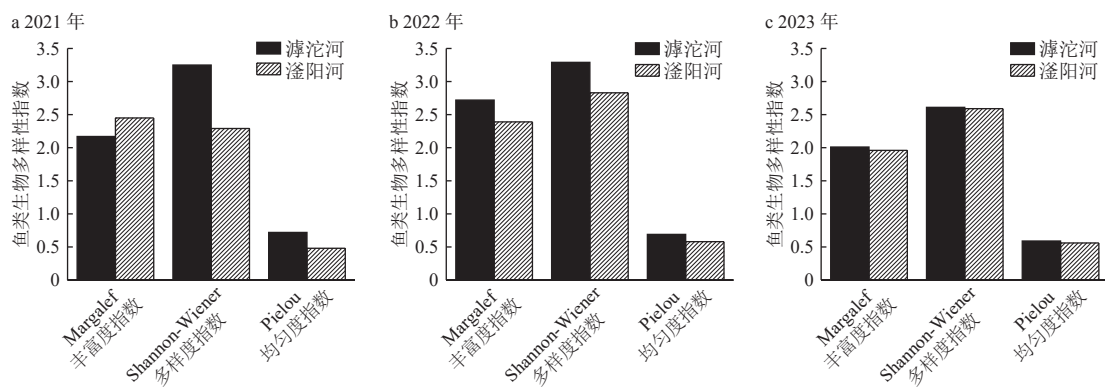


图 2 2021—2023 年溱沔河和溧阳河鱼类群落多样性指数

Fig.2 Fish community diversity index in the Hutuo River and Fuyang River from 2021 to 2023

似性的分析结果表明, 溱沔河与溧阳河的共有鱼类为 31 种, 溱沔河独有鱼类 1 种 (日本下鲇), 溧阳河独有鱼类 5 种 (短须颌须鮡、寡鳞飘鱼、蛇鮡、鳊、乌苏拟鲇)。由此可得 AFR 系数、Jaccard 系数、Sorenson 系数和 Czekanowski 系数分别为

91.49%、0.84、0.91 和 0.91, 表明 2 个水域鱼类区系表现为共同区系的关系, 鱼类组成高度相似。

### 3 讨 论

溱沔河和溧阳河的鱼类群落, 都以鲤形目和

鲤科鱼类物种为主, 麦穗鱼、鲮等小型鱼类为优势种。滏阳河鱼类群落结构与滹沱河相似, 产漂流性卵和洄游性鱼类较少, 以静水定居、产沉黏性卵、杂食性、底栖鱼类为主。与 1981 年<sup>[3-4]</sup>相比, 目前滹沱河鱼类物种较为丰富, 种类组成与优势类群基本一致。由于流域内网箱养殖被禁止, 缺少了鲢 (*Hypophthalmichthys molitrix*)、鳙 (*Aristichthys nobilis*)、鳊 (*Parabramis pekinensis*) 等人工放养种类, 华鳊 (*Sarcocheilichthys sinensis*)、中华刺鳊 (*Sinobdella sinensis*)、隐须颌须鳊 (*Gnathopogon nicholsi*) 等少见鱼类本次调查也未发现, 增加了短须鲮、中华鲮、波氏吻虾虎鱼等平原型鱼类。调查还发现, 滹沱河山西段<sup>[5]</sup>的鱼类物种丰富度虽然不如河北段, 但山地溪流型鱼类增多, 尤其是高原鳊属鱼类, 这显然是由于滹沱河山西段多处于山地, 河北段多位于平原所致。在区系组成上<sup>[26]</sup>, 滹沱河和滏阳河属于华东区河海亚区, 该亚区以江河平原鱼类为主, 新近纪鱼类次之, 鲤形目和鲤科鱼类最多。本次调查结果与之吻合, 表明调查区域鱼类区系特征, 更接近河海亚区鱼类区系。

滹沱河和滏阳河属于子牙河水系, 鱼类多样性指数高于滹沱河上游山西段部分区域<sup>[6]</sup>与同属于海河流域的大清河水系<sup>[27]</sup>, 低于同水系的衡水湖<sup>[28]</sup>。张鸿星<sup>[2]</sup>等 2019 年和 2020 年对滹沱河河北段和滏阳河的水质、浮游生物、底栖动物、鱼类等进行了调查, 结果显示补水显著改善了河流水质和水生生物状况, 两年滹沱河鱼类群落的 Shannon-Wiener 指数分别为 1.2 和 0.8, 滏阳河为 1.0 和 1.2, 与补水前相比有一定提升。在本次调查中, 鱼类多样性的提升情况更加明显, 滹沱河和滏阳河鱼类群落 Shannon-Wiener 多样性指数平均值分别为 3.05 和 2.57, 表明经过长期补水后, 两河生态修复效果显著, 鱼类多样性明显提高。滹沱河水量充足, 水位较高, 鱼类多样性指数也较高, 鱼类分布较为均匀。滏阳河在枯水季节出现了区域性干涸情况, 鱼类多样性受到一定影响。整体上看, 两河鱼类多样性水平都较高, 滹沱河稍高于滏阳河, 2023 年鱼类多样性下降可能是由于当年河北省强降雨引发的洪涝灾害所致。水系间的密切关系, 使得不同水域的鱼类组成具有一定的相似性<sup>[29]</sup>。滹沱河与滏阳河的鱼类区系呈现共同区系的关系, 相似性较高。补水前水源不相同, 造成了鱼类区系的差异性; 持续补水使其水源

趋近, 未来 2 个水域的鱼类区系相似性将进一步提高。

滹沱河和滏阳河经过截污、清淤、补水、扩宽河道等一系列生态修复措施, 河道污染情况明显改善, 流域内建立了多个国家级湿地公园和自然保护区, 鲮属、鳊属等生态指标性鱼类在各调查点都有分布, 直接反映出河流生态环境逐步向好发展。但是, 鱼类的多样性程度还未达到高水平, 生态需水量不足, 鱼类资源低龄化、小型化等问题依然存在。基于鱼类资源保护及多样性恢复, 提出以下建议: 一是保障流域生态需水量, 满足鱼类越冬<sup>[30]</sup>及洄游等需求, 尤其在繁殖季节, 保证生态基流, 在献县枢纽、艾辛庄枢纽等水利工程增设过鱼通道; 二是加强渔政管理, 对偷捕、使用非法网具等违法行为进行严厉打击, 严格规范放生活动, 对外来物种进行监测, 建立外来物种入侵应急响应措施; 三是合理进行增殖放流, 提高鱼类丰富度, 丰富生态位, 对土著鱼类进行保护, 建立水生生物资源与环境数据库; 四是充分发挥水产种质资源保护区作用, 加强宣传, 提高公民环保意识, 全面推进人与自然和谐共生。

## 4 结 论

2021—2023 年, 在滹沱河河北段采集到鱼类 5 目 10 科 26 属 32 种, 在滏阳河采集到鱼类 5 目 10 科 30 属 36 种。滹沱河和滏阳河鱼类群落都以静水定居、产沉黏性卵、杂食性、底栖鱼类为主, 群落结构相似性较高, 多样性指数高于历史水平。持续补水改善了水环境, 提高了鱼类多样性和群落相似性; 应采取积极措施, 加强两河湿地的保护与修复, 促进鱼类多样性持续健康发展。

## 参考文献

- [1]周绪申, 胡振, 崔文彦, 等. 永定河系鱼类资源调查分析[J]. 人民珠江, 2020, 41(7): 63-69. [Zhou X S, Hu Z, Cui W Y, et al. Investigation of fish resource in the Yongding River system. *Pearl River*, 2020, 41(7): 63-69.]
- [2]张鸿星, 李鲁丹, 赵伟华, 等. 华北地下水超采区河湖地下水回补生态效果评估[J]. 地下水, 2021, 43(2): 1-4,10. [Zhang H X, Li L D, Zhao W H, et al. Evaluation of the ecological effects of the river and lake in groundwater over-exploitation area in North China. *Ground Water*, 2021, 43(2): 1-4,10.]
- [3]张福群, 刘秉武, 李春秋. 河北省境内滹沱河鱼类调查[J]. 河北师范大学学报, 1982(1): 131-138. [Zhang F Q, Liu B W, Li C Q. A survey

- of fishes in the Hutuo River within Hebei Province. *Journal of Hebei Normal University*, 1982(1): 131-138. ]
- [4]王安利. 滹沱河平山段鱼类种类组成和生长状况初探[J]. 河北大学学报(自然科学版), 1991(2): 32-37. [Wang A L. Preliminary explorations for species compositions and growth of the fishes in the Pingshan part of Hutuo River. *Journal of Hebei University(Natural Science Edition)*, 1991(2): 32-37. ]
- [5]武欣, 赵瑞亮. 滹沱河山西段鱼类资源现状及分析[J]. *山西水利科技*, 2015(2): 126-128. [Wu X, Zhao R L. Status quo and analysis of fish resources in Shanxi Reach of the Hutuo River. *Shanxi Hydrotechnics*, 2015(2): 126-128. ]
- [6]张大伟, 梁文明, 张元, 等. 坪上泉域鱼类种群结构及生物多样性分析[J]. *水产学杂志*, 2018, 31(4): 5-9. [Zhang D W, Liang W M, Zhang Y, et al. Fish species composition and biodiversity in Pingshang Spring Field. *Chinese Journal of Fisheries*, 2018, 31(4): 5-9. ]
- [7]张朴民. 滹沱河水文特征的初步分析[J]. 河北师范大学学报, 1979(Z1): 130-138. [Zhang P M. Preliminary analysis of the hydrological characteristics of the Hutuo River. *Journal of Hebei Normal University*, 1979(Z1): 130-138. ]
- [8]山西省史志研究院. 山西通志(第二卷)地理志[M]. 北京: 中华书局, 1996: 193-197. [Shanxi Provincial Historical Research Institute. *Geography of Shanxi (Volume 2)*. Beijing: Zhonghua Book Company, 1996: 193-197. ]
- [9]吴丽英. 滏阳河流域洪水特征变化分析[J]. 水科学与工程学报, 2019(5): 45-48. [Wu L Y. Fuyang River basin flood characteristics change analysis. *Water Sciences and Engineering Technology*, 2019(5): 45-48. ]
- [10]张觉民, 何志辉. 内陆水域渔业自然资源调查手册[M]. 北京: 农业出版社, 1991: 242-298. [Zhang J M, He Z H. *Manual for investigation of natural resources of fisheries in inland waters*. Beijing: Agricultural Publishing House, 1991: 242-298. ]
- [11]李思忠. 黄河鱼类志[M]. 青岛: 中国海洋大学出版社, 2017: 271-272. [Li S Z. *Fishes of the Yellow River&Beyond*. Qingdao: China Ocean University Press, 2017: 271-272. ]
- [12]Pinkas L. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters[J]. *Fish Bull US*, 1971, 152: 1-139.
- [13]Margalef R. Information theory in ecology[J]. *General System*, 1958(3): 36-71.
- [14]Wilhm J L. Use of biomass units in Shannon's formula[J]. *Ecology*, 1968, 49(1): 153-156.
- [15]Pielou E C. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession[J]. *Journal of Theoretical Biology*, 1966, 10(2): 370-383.
- [16]喻庆国. 多样性调查与评价[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2007. [Yu Q G. *Biodiversity inventory and assessment*. Kunming: Yunnan Science and Technology Press, 2007. ]
- [17]刘良国, 谢晓, 黄艳飞, 等. 湖南毛里湖国家湿地公园的鱼类资源现状[J]. *湿地科学*, 2024, 22(1): 25-30. [Liu L G, Xie X, Huang Y F, et al. Status of fish resources in Hunan Maoli Lake National Wetland Park. *Wetland Science*, 2024, 22(1): 25-30. ]
- [18]邹远超, 唐成, 谢伟, 等. 沱江中游鱼类资源现状及多样性[J]. *水产学报*, 2023, 47(2): 112-127. [Zou Y C, Tang C, Xie W, et al. Analysis of fish resources status and diversity in the middle reaches of Tuojiang River. *Journal of Fisheries of China*, 2023, 47(2): 112-127. ]
- [19]严林, 孙述好, 徐浩然, 等. 鸭绿江丹东段鱼类资源调查[J]. *安徽农业科学*, 2023, 51(8): 91-95. [Yan L, Sun S H, Xu H R, et al. Investigation of fish resources in Dandong Section of Yalu River. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2023, 51(8): 91-95. ]
- [20]刘越, 王荟杰, 段友健, 等. 辽河水域鱼类资源调查[J]. *河北渔业*, 2021(11): 31-35,46. [Liu Y, Wang H J, Duan Y J, et al. Survey of the fish resources of Liao River. *Hebei Fisheries*, 2021(11): 31-35,46. ]
- [21]包洪福, 姜昊, 蔡跃平, 等. 绰尔河鱼类群落结构及生物多样性研究[J]. *安徽农业科学*, 2023, 51(22): 84-90,107. [Bao H F, Jiang H, Cai Y P, et al. Study on the community structure and biodiversity of fish in the Choer River. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2023, 51(22): 84-90,107. ]
- [22]余金慧, 丁琪琪, 刘如垚, 等. 兰考县鱼类资源调查[J]. *河南水产*, 2022(4): 33-35,46. [Yu J H, Ding Q Q, Liu R Y, et al. Current status of fishery resources in Lankao County. *Henan Fisheries*, 2022(4): 33-35,46. ]
- [23]史为良. 鱼类动物区系复合体学说及其评价[J]. *水产科学*, 1985(2): 42-45. [Shi W L. Theory of faunal complex of fish and its evaluation. *Fisheries Science*, 1985(2): 42-45. ]
- [24]杨君兴, 陈银瑞, 何远辉. 滇中高原湖泊鱼类多样性的研究[J]. *生物多样性*, 1994(4): 204-209. [Yang J X, Chen Y R, He Y H. Studies on fish diversity in plateau lakes of the central Yunnan. *Biodiversity Science*, 1994(4): 204-209. ]
- [25]王寿昆. 中国主要河流鱼类分布及其种类多样性与流域特征的关系[J]. *生物多样性*, 1997(3): 38-42. [Wang S K. The distribution of freshwater fish and the relationship between species diversity and basin characteristics of main rivers in China. *Biodiversity Science*, 1997(3): 38-42. ]
- [26]李思忠. 中国淡水鱼类的分布区划[M]. 北京: 科学出版社, 1981: 90-94. [Li S Z. *Distribution divisions of Chinese freshwater fishes*. Beijing: Science Press, 1981: 90-94. ]
- [27]周绪申, 胡振, 孟宪智, 等. 海河流域大清水水系的鱼类多样性[J]. *水生态学杂志*, 2022, 43(4): 85-94. [Zhou X S, Hu Z, Meng X Z, et al. Fish community diversity in the Daqing River System of Haihe River Basin. *Journal of Hydroecology*, 2022, 43(4): 85-94. ]
- [28]杨春晖, 高文斌, 许玉甫, 等. 衡水湖游泳动物资源现状与保护利用[J]. *河北渔业*, 2024(1): 28-32. [Yang C H, Gao W B, Xu Y F, et al. Current situation, protection and utilization of swimming animal resources in Hengshui Lake. *Hebei Fisheries*, 2024(1): 28-32. ]
- [29]杨富亿, 文波龙, 李晓宇, 等. 达里湖区与内蒙古高原其他湖区鱼类多样性比较[J]. *湿地科学*, 2023, 21(5): 649-662. [Yang F Y, Wen B L, Li X Y, et al. Comparison of fish diversity between Dali Lake Region and other lake regions in Inner Mongolia Plateau. *Wetland Science*, 2023, 21(5): 649-662. ]
- [30]赵子岳. 面向鱼类越冬需求的滏阳河干流生态基流分析[J]. *河北水利*, 2022(3): 38-39,48. [Zhao Z Y. Ecological baseflow analysis of the mainstem Fuyang River for fish overwintering requirements. *Hebei Water Resources*, 2022(3): 38-39,48. ]

## Comparative study on the structure and diversity of fish communities in Hutuo River and Fuyang River

Yang Chunhui<sup>1,2</sup>, Li Yiqun<sup>1</sup>, Wang Shenzi<sup>1</sup>, Gao Wenbin<sup>1</sup>, Xu Yufu<sup>1</sup>, Zhang Haipeng<sup>1</sup>

(1. Hebei Ocean and Fisheries Science Research Institute (Hebei Marine and Fishery Ecological Environment Monitoring Station), Qinhuangdao 066000, Hebei, P.R.China; 2. Ocean Collage of Hebei Agriculture University, Qinhuangdao 066000, Hebei, P.R.China)

**Abstract:** In 2018, the South-to-North Water Diversion Centre Line Project started ecological water replenishment of the Hutuo River and Fuyang River to repair the environmental environment of the rivers and lakes. To understand the current status of fish resources and their community relationships in the two rivers after the water replenishment, a fish resource survey was conducted on the Hutuo River and Fuyang River in Hebei Province in April, July, and October each year from 2021 to 2023, and the structure and diversity of fish communities in the two watersheds were investigated and comparative analyses, such as the similarity of the compartments, were carried out. The results showed that 32 species of fish of 26 genera in 5 orders and 10 families were collected from Hutuo River, and 36 species of fish of 30 genera in 5 orders and 10 families were collected from Fuyang River. The fish communities of both Hutuo River and Fuyang River were dominated by hydrostatic sedentary, sedentary viscous egg-laying, omnivorous, and benthic fishes. The dominant species were small fishes such as whelk *Pseudorasbora parva* and *Hemiculter leucisculus*, and the zonation was dominated by the fishes of the Chinese Plain Zonation Complex. The Margalef index of fish communities in Hutuo River and Fuyang River were 2.01-2.72 and 1.96-2.45, respectively; the Shannon-Wiener index was 2.61-3.29 and 2.29-2.83, respectively; and the Pielou index was 0.59-0.72 and 0.48-0.58, respectively. The fish in the Hutuo River and Fuyang River were diverse and richer and the similarity of community structure was higher, reflecting the common characteristics of the typical fish community structure of river plains in the Haihe River Basin. Continuous water replenishment and other ecological restoration measures have improved the water environment, protected and restored fish resources and diversity, and are of great significance to the environmental restoration of the wetlands of the two rivers.

**Keywords:** fish resources; community structure; diversity; Hutuo River; Fuyang River