

doi: 10.7541/2023.2022.0164

上海5条骨干人工河流鱼类本底调查及群落结构分析

陈振锋¹ 唐文乔^{1,3} 赵振官¹ 张彦彦¹ 龚 琰² 唐 振¹ 张 亚^{1,3}
郭弘艺^{1,3} 刘 东^{1,3} 杨金权^{1,3}

(1. 上海海洋大学海洋动物系统分类与进化上海高校重点实验室, 上海 201306; 2. 上海市生态环境局, 上海 200003; 3. 水产种质资源发掘与利用省部共建教育部重点实验室, 上海 201306)

摘要: 为摸清上海黄浦江5条骨干人工河流开挖半个世纪以来形成的鱼类物种资源家底, 文章于2021年6月(夏季)和11月(秋季)用刺网对20个断面作了采集, 获得鱼类标本13379尾, 经鉴定有60种, 隶属于8目17科45属。其中, 鲤形目有2科28属41种, 鲈形目7科8属8种; 洄游鱼类2种, 河口鱼类8种, 其余均为淡水鱼类。IRI $\geq$ 1000的优势种合计有9种, 刀鲚(*Coilia nasus*)是5条河流共有的优势种。ABC曲线反映除金汇港外, 其他河流总体上以中小型鱼类为主体, 鱼类群落受到了严重干扰。 βc 指数和 βr 指数均反映浦东川杨河与大治河之间的鱼类组成相异性最大, 浦南金汇港与龙泉港之间的鱼类组成相异性最小。20个断面可分为3组, D1和Z2断面为组 I, 金汇港、龙泉港和除Z2断面的大治河为组 II, 川杨河和除D1断面的淀浦河为组 III, 似鳊(*Pseudobrama simoni*)、刀鲚、鲫(*Carassius auratus*)和鲻(*Hemiculter leucisculus*)是造成组间鱼类群落结构差异性的主要分歧种。研究认为, 这5条人工骨干支流保存了比黄浦江源头、干流及自然支流更多的鱼类物种资源, 人口密度可能是造成所在河流鱼类群落结构出现明显空间差异性的主要原因。

关键词: 大型人工支流; 鱼类物种资源; 鱼类群落结构; 空间差异; 黄浦江

中图分类号: S932.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3207(2023)03-0399-13



上海地处长江三角洲冲积平原, 区域内河网水系发达, 各类河流超过33000(段), 水域面积约643 km², 占全市总面积的11%, 其中市内河网大多属于黄浦江水系^[1,2]。黄浦江是长江入海之前的最后一条支流, 也是上海最重要的航运通道之一, 将上海市区分成浦南、浦西和浦东。为完善河网结构, 上海于20世纪70年代后期实施了大规模的河网贯通工程, 沿黄浦江干流陆续开挖了5条人工河流, 成为黄浦江的主要支流和上海市的骨干河流。淀浦河位于上海浦西, 全长46.4 km。川杨河和大治河位于浦东, 全长28.0和39.5 km。金汇港和龙泉港位于浦南, 全长21.8和26.8 km^[2]。5条河流都有航运、排涝、灌溉、引清排污、调控水位与贯通水系的作用。其中金汇港、大治河和川杨河为五级航道, 河宽70—100 m, 可通300吨船舶; 龙泉港、淀浦河为

六级航道, 河宽30—60 m, 可通100吨船舶^[2]。

上述河流开挖近半个世纪以来, 上海社会经济和城市化快速发展, 同时也对当地河流造成巨大的生态压力^[2-4]。如何有效协调城市发展与河流生态之间的矛盾已成为社会关注的重要问题^[5,6]。鱼类是重要的生物物种资源, 对水环境改变反应敏感, 其物种多样性及其群落结构能较全面地反映水域生态系统的健康状况, 受到学者重视。陶洁等^[7]、韩婵等^[8]、孙菁煜等^[9]和邵彦等^[10], 以及陈小华等^[11]、王小冬等^[12]、洪波等^[13]和魏布等^[14]、夏建宏等^[15]和余宏昌等^[16]分别对淀山湖、黄浦江和苏州河等自然河流的鱼类作过专门调查。但上述河流建成以来, 并无专门鱼类调查记录, 仅有零星记载^[17]。本文对这5条河流的20个断面作了深入的鱼类样本采集, 对物种多样性及群落结构现状作了分析, 旨

收稿日期: 2022-04-19; **修订日期:** 2022-06-06

基金项目: 上海市生态环境局2021年上海骨干河道鱼类多样性调查及水生态健康评估; 国家重点研发计划(2018YFD0900802)资助 [Supported by Fish Diversity Survey and Aquatic Ecological Health Assessment in Backbone River in Shanghai in 2021 of Shanghai Municipal Bureau of Ecology and Environment; National Key R & D Program of China (2018YFD0900802)]

作者简介: 陈振锋(1997—), 男, 硕士研究生; 主要从事鱼类物种多样性研究。E-mail: 1738735694@qq.com

通信作者: 唐文乔(1964—), 男, 教授; 主要从事鱼类学与保护生物学研究。E-mail: wqtang@shou.edu.cn

在摸清鱼类物种资源家底,为这些人工河流的水域生态健康评估和物种资源保护提供基础资料。

1 材料与方法

1.1 采样断面的设置

根据5条河流的自身特点,结合水文、水质和生物指标的监测要求,合计设定20个采样断面,其中淀浦河(D1漕港路、D2油墩港、D3新通波塘、D4北泖泾和D5北横港)、川杨河(C1中泖泾、C2三八河、C3横沔港、C4浦东运河和C5随塘河)和大治河(Z1泰青河、Z2航塘港、Z3浦东运河、Z4泖马河和Z5随塘河)各5个断面,金汇港(J1汇中路、J2浦南运河和J3刘家浜)3个断面,龙泉港(L1浦南运河和L2黄姑塘)2个断面。各个采样断面的位置见图1。

1.2 鱼类样本采集方法

2021年6月29日至7月8日(夏季)和11月12日至22日(秋季),租用专业渔船在5条河流的20个监测断面对鱼类样本进行采集。采样期间均无降雨和突变性天气,以消除天气变化对样本采集的影响。

定量样本采集:采用三层刺网采集,规格为长60 m、高2.0 m,网目内层15 mm、外层30 mm。在河流采样断面的沿岸缓流处,头尾间隔50 m左右放

置10—12条。排除航运和漂浮物干扰,保证每个采样断面有6条以上有效采集网具回收。采集时间10h左右。

定性样本采集:为弥补定量采集可能的物种遗漏,采用单层刺网采集定性样本,规格为长30 m、高1.0 m,网目15 mm。在每个采样断面的各类小生境中放置8—10条,保证有5条以上有效采集网具回收。采集时间也为10h左右。

1.3 样本保存及鉴定

每个采样断面的每一种网具的样本分别保存,样本采集后当场用10%的福尔马林固定,集中带回实验室鉴定和测量。物种鉴定主要依《中国鱼类系统检索》^[18]《上海鱼类志》^[17]《江苏鱼类志》^[19]及相关文献^[20]。电子天平称量标本体重至0.01 g,游标卡尺或量鱼板测量体长至1 mm。记录每个采样点、每种网具的鱼类种类、数量和重量。

以下的分析仅包括野外采集到的土著鱼类数据,外来种与培育种仅在讨论中提及。

1.4 数据分析

α 多样性指数及物种优势度 采用Shannon-Wiener多样性指数(H')^[21]、Pielou均匀度指数(J')^[22]、Simpson优势度指数(C')^[23]和Margalef丰富度指数(D')^[24]衡量 α 多样性。其中:

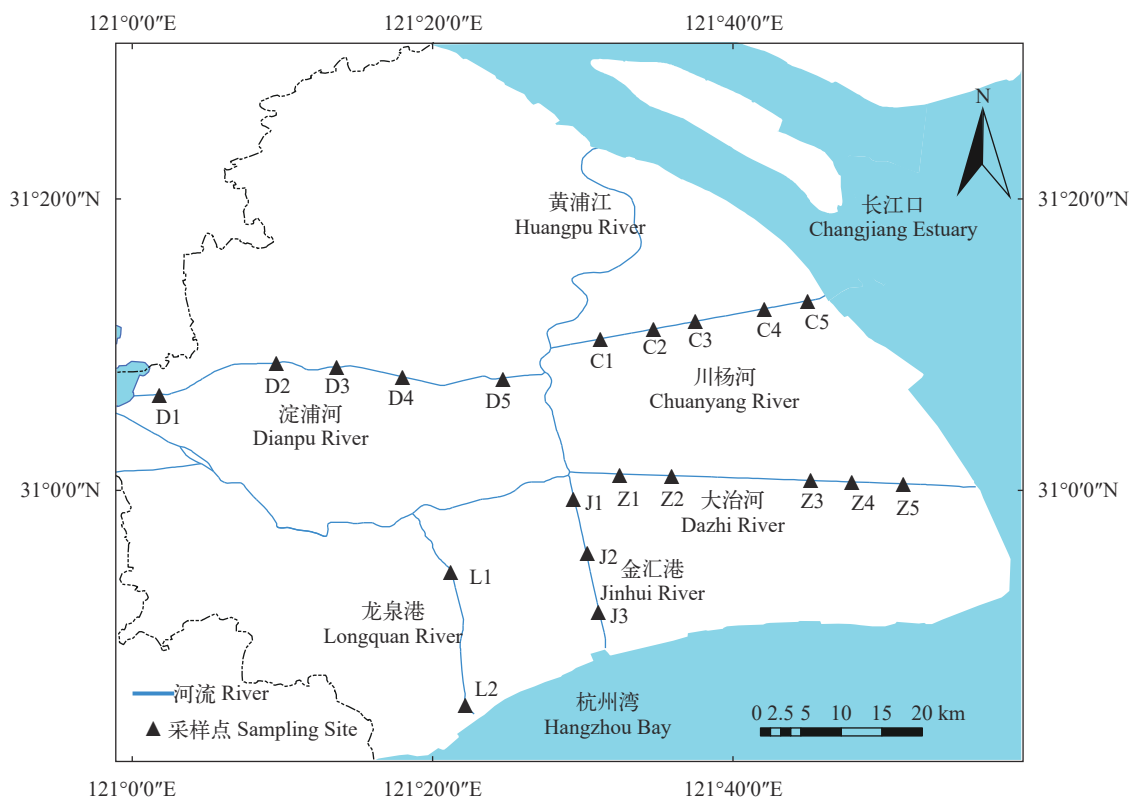


图1 上海5条骨干人工河流鱼类采样断面示意图

Fig. 1 Schematic diagram of sampling sections of five artificial backbone rivers in Shanghai

$$D = (S - 1) / \ln N \quad (1)$$

$$H' = - \sum_{i=1}^s N_i \ln N_i \quad (2)$$

$$J' = H' / \ln S \quad (3)$$

$$C = 1 - \sum (N_i)^2 \quad (4)$$

式中, S 为群落中的总物种数, N 为所有鱼类个体数总和, N_i 为群落中第 i 种的个体数占总个体数的比例。

采用相对重要性指数(Index of Relative Importance, IRI)分析物种优势度^[25], 计算公式:

$$IRI = (W_i + N_i) \times F_i \quad (5)$$

式中, W_i 和 N_i 分别为某物种占总的重量比(%)和数量比(%), F_i 为该物种的出现频率(%)。优势度的分类标准为: $IRI \geq 1000$ 的物种为优势种, $100 \leq IRI \leq 1000$ 的物种为常见种, $IRI \leq 100$ 的物种为少见种^[26]。

β 多样性指数 采用Cody指数(β_c)^[27]表示不同河流(或断面)间物种组成的替代性和相异性, 也能衡量不同河流(断面)间的生境差异和变化。

$$\beta_c = (g + l) / 2 \quad (6)$$

式中, g 为断面 I 中所有而断面 II 中无的物种数, l 为断面 I 中无而断面 II 中有的物种数。

采用Routledge指数(β_R)^[28]表示不同河流(断面)间鱼类的分化和隔离程度。

$$\beta_R = \frac{s^2}{2r + s} - 1 \quad (7)$$

式中, s 为断面 I 和断面 II 两个区域总的鱼类物种数, r 表示断面 I 和断面 II 两个区域共有的鱼类物种数。

丰度生物量曲线 丰度生物量曲线(Abundance Biomass Comparison Curve, ABC曲线)可以反映鱼类群落中种类组成的变化情况受干扰的程度^[29, 30]。公式为:

$$W = \sum_{i=1}^s \frac{(W_i - N_i)}{50(S - 1)} \quad (8)$$

式中, W_i 和 N_i 为对应物种的生物量和丰度的累计百分比, S 为出现的物种数。

鱼类群落结构特征 以20个断面定量采集的种类和丰度数据为原始数据矩阵, 用Bray-Curtis相异性系数^[31]对样本进行聚类分析(Cluster), 结合非度量多维标度排序(Non-metric Multidimensional Scaling, NMDS)对群落结构进行划分^[32]。根据胁强系数(Stress)来度量NMDS分析结果的拟合优度: $Stress < 0.05$ 时拟合极好; $0.05 \leq Stress < 0.1$ 时拟合较

好; $0.1 \leq Stress < 0.2$ 时拟合一般; $0.2 \leq Stress < 0.3$ 时拟合较差。用相似性分析(ANOSIM)检验类群之间的差异显著性^[10, 33], SIMPER分析每种鱼对群落组内相似性和组间相异性的平均贡献率。为提高数据的正态性和方差齐性, 先对数据进行四次方根转换, 并只对数量大于1%的种类进行聚类 and 排序分析。

2 结果

2.1 鱼类物种组成

分类学组成 调查共采集到定量和定性标本13379尾, 经鉴定有鱼类60种, 隶属于8目17科45属(图2)。其中, 鲤形目(Cypriniformes)有2科28属41种, 占总种数的68.33%; 鲈形目(Perciformes)7科8属8种, 占13.33%; 鲇形目(Siluriformes)3科3属5种, 占总种数的8.33%; 鲴形目(Mugiliformes)1科2属2种, 占总种数的3.33%; 鲱形目(Clupeiformes)、鳗鲡目(Anguilliformes)、颌针鱼目(Beloniformes)和合鳃鱼目(Synbranchiformes)各1科1属1种。

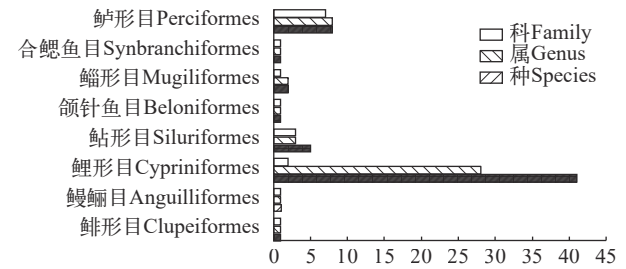


图2 上海5条骨干人工河流鱼类科/属/种的数量组成

Fig. 2 Composition of number of fish family/genus/species of five artificial backbone rivers in Shanghai

鲤科(Cyprinidae)有39种, 占总种数的65%; 鳊科(Bagridae)3种, 占5%; 鳅科(Cobitidae)、虾虎鱼科(Gobiidae)、鲴科(Mugilidae)都为2种, 各占3.33%; 鳊科(Engraulidae)、鲇科(Siluridae)、鲟科(Ictaluridae)、合鳃鱼科(Synbranchidae)、鲇科(Moronidae)、沙塘鳢科(Odontobutidae)、鳢科(Channidae)、鲟科(Sparidae)、金钱鱼科(Scatophagidae)、鲟科(Callionymidae)、鳊科(Hemirhamphidae)和鳗鲡科(Anguillidae)各1种, 分别是刀鲚(*Coilia nasus*)、鲇(*Silurus asotus*)、斑点叉尾鲟(*Ictalurus punctatus*)、黄鳝(*Monopterus albus*)、中国花鲈(*Lateolabrax maculatus*)、河川沙塘鳢(*Odontobutis potamophila*)、乌鳢(*Channidae argus*)、黑棘鲟(*Acanthopagrus*)、金钱鱼(*Scatophagus argus*)、香鲟(*Callionymus olidus*)、间下鳊(*Hyporhamphus intermedius*)和日本鳗鲡(*Anguilla japonica*)。

生态类型 从生活习性看, 洄游性有2种, 即

刀鲚和日本鳊鲂;河口性8种,即鲢(*Mugil cephalus*)、鲃(*Liza haematocheilus*)、中国花鲈、间下鲃、香鲃、金钱鱼、黑棘鲷和拉式狼牙虾虎鱼(*Odontamblyopus lacepedii*),其余50种均为纯淡水鱼类(图3)。从栖息水层看,以底层和中上层为主,分别有30种和16种(图3)。从体型大小看,以小型和中型为主,分

别有26种和24种(图3)。从食性类型看,以肉食性和杂食性为主,都为25种(图3)。

2.2 优势种组成

IRI值分析显示,5条人工河流合计有9种优势种,除鲢外的8种都是中小型鱼类。表1列出了IRI≥100的20种优势种和常见种,可见这些河流的鱼类优势种和常见种存在明显的空间差异性。淀浦河的优势种有鲫(*Carassius auratus*)、刀鲚和鲃(*Hemiculter leucisculus*)3种,常见种9种;川杨河的优势种为似鳊(*Pseudobrama simoni*)、刀鲚和鲫3种,常见种11种;大治河有似鳊、大鳍鲃(*Acheilognathus macropterus*)、鲃、达氏鲃(*Culter dabryi*)、刀鲚和鲫等6种优势种,常见种6种;金汇港优势种有鲫、似鳊、刀鲚、大鳍鲃和鲢等5种,常见种8种;龙泉港优势种有似鳊、刀鲚、鲃、达氏鲃、翘嘴鲃(*Culter alburnus*)和贝氏鲃(*Hemiculter bleekeri*)等6种,常见种5种。5条人工河流共有的优势种为刀鲚,似鳊、鲃和鲫也是夏、秋季5条河流常见的优势种。

2.3 α多样性指数

从物种数分布看,川杨河的种类最多,有36种;其次为大治河(34种)、淀浦河(32种)、金汇港

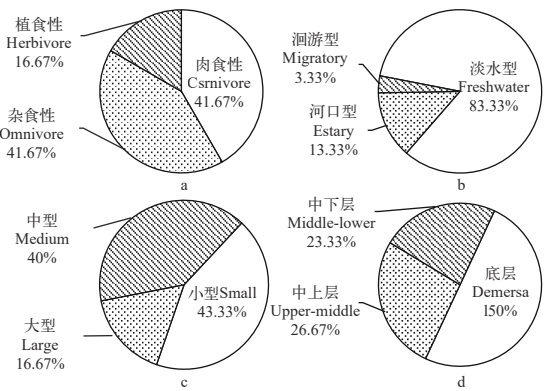


图3 上海5条骨干人工河流鱼类生态类群

Fig. 3 Ecological types of fish species of five artificial backbone rivers in Shanghai

a. 食性; b. 生活习性; c. 体型; d. 栖息水层

a. feeding habits; b. life habits; c. body type; d. habit characteristics

表1 上海5条骨干人工河流鱼类优势种和常见种

Tab. 1 Dominant and common fish species of five artificial backbone rivers in Shanghai

种类 Species	淀浦河 Dianpu River	川杨河 Chuanyang River	大治河 Dazhi River	金汇港 Jinhui River	龙泉港 Longquan River
刀鲚 <i>Coilia nasus</i>	2508.02	1582.43	1289.77	1725.13	3711.62
似鳊 <i>Pseudobrama simoni</i>	212.35	6951.92	3870.9	2176.19	4459.97
鲫 <i>Carassius auratus</i>	10114.45	1580.53	1047.86	4611.11	376.61
鲃 <i>Hemiculter leucisculus</i>	1098.46	669.49	2604.41	761.85	2324.39
大鳍鲃 <i>Acheilognathus macropterus</i>	111.81	393.19	2811.29	1596.79	639.16
达氏鲃 <i>Culter dabryi</i>	176.77	194.29	1387.05	787.77	1515.21
翘嘴鲃 <i>Culter alburnus</i>	341.47	325.33	914.13	882.36	1318.49
光泽黄颡鱼 <i>Pelteobagrus nitidus</i>	916.34	130.18	245.96		237.54
鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	298.91	404.2			
鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>		688.7	212.86		
贝氏鲃 <i>Hemiculter bleekeri</i>		502.59	464.91	101.83	1114.31
中国花鲈 <i>Lateolabrax maculatus</i>		188.02		165.78	
黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>			100.44	606.87	319.56
花鲢 <i>Hemibarbus maculatus</i>				432.58	
鲢 <i>Mugil cephalus</i>		286		1156.7	
斑点叉尾鲷 <i>Ictalurus punctatus</i>				130.99	
泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	248.83	534.24			
圆吻鲷 <i>Distoechodon tumirostris</i>			127.94		
乌鳢 <i>Channidae argus</i>	107.02				
蒙古鲃 <i>Culter mongolicus</i>	176.29				131.27

注: 空白处为该季节IRI<100的种类, 未列出具体数值

Note: The blank spaces in the table are species of IRI<100, and not list specific values

(27)种; 龙泉港最少, 仅24种。 α 多样性可表征特定生境内的物种多样性, 以河流为单位看(表 2), 夏、秋两季平均Shannon-Wiener多样性指数(H')最高的是金汇港(2.18), 其次为龙泉港(2.12)和大治河(2.09), 最低的是淀浦河(1.32)。Pielou均匀度指数(J')最高的也是金汇港(0.75), 龙泉港(0.73)和大治河(0.72)也较高, 最低的也是淀浦河(0.46)。Margalef种类丰富度指数(D)最高的依然是金汇港(3.25), 其次为大治河(3.10)、川杨河(3.09), 淀浦河依然最低(2.36)。除淀浦河以外, Simpson优势度指数(C)波动性较小, 缺乏明显的时空变化。在5条河流中, 金汇港整体表现为鱼类多样性水平最高, 龙泉港次之, 大治河第三, 川杨河第四, 淀浦河最低。

2.4 β 多样性指数

Cody指数(β_c)可反映河流之间物种组成的差异性, 分析获得的5条河流之间的 β_c 指数列于表 3。可见川杨河与大治河之间的 β_c 指数最大(17.00), 表明两者间的鱼类物种组成相异性最大。金汇港与

表 2 上海5条骨干人工河流鱼类多样性指数(均值 $\pm$ 标准差)

Tab. 2 Species diversity indices of five artificial backbone rivers in Shanghai (mean $\pm$ SE)

河流 River	物种数 Species	H'	J'	D	C
金汇港 Jinhui River	27	2.18 $\pm$ 0.08	0.75 $\pm$ 0.02	3.25 $\pm$ 0.12	0.82 $\pm$ 0.04
龙泉港 Longquan River	24	2.12 $\pm$ 0.29	0.73 $\pm$ 0.13	2.94 $\pm$ 0.36	0.83 $\pm$ 0.06
淀浦河 Dianpu River	32	1.32 $\pm$ 0.56	0.46 $\pm$ 0.18	2.36 $\pm$ 0.82	0.56 $\pm$ 0.24
川杨河 Chuanyang River	36	1.87 $\pm$ 0.27	0.64 $\pm$ 0.11	3.09 $\pm$ 0.56	0.73 $\pm$ 0.11
大治河 Dazhi River	34	2.09 $\pm$ 0.15	0.72 $\pm$ 0.07	3.10 $\pm$ 0.42	0.82 $\pm$ 0.05

表 3 上海5条骨干人工河流鱼类群落 β_c (对角线下)和 β_R (对角线上)多样性分析

Tab. 3 β_c (below diagonal) and β_R (above diagonal) diversity of five artificial backbone rivers in Shanghai

河流 River	金汇港 Jinhui River	龙泉港 Longquan River	淀浦河 Dianpu River	川杨河 Chuanyang River	大治河 Dazhi River
金汇港 Jinhui River		27.58	34.16	36.80	34.44
龙泉港 Longquan River	9.00		32.36	37.30	34.79
淀浦河 Dianpu River	13.00	11.50		38.19	37.89
川杨河 Chuanyang River	13.50	16.50	13.00		40.53
大治河 Dazhi River	11.00	14.00	14.50	17.00	

龙泉港之间的 β_c 指数最低(9.00), 说明两者间的鱼类组成相异性最小。 β_R 指数分析也获得基本一致的结果(表 3), 川杨河与大治河之间的 β_R 指数最大(40.53), 表明两者间鱼类物种出现了较高的分化现象。金汇港与龙泉港之间的 β_R 指数最低(27.58), 说明两者间鱼类物种分化不明显。

2.5 ABC曲线

ABC曲线可反应鱼类群落中种类组成的变化及受干扰程度。根据定量样本绘制的5条人工河流夏、秋两季鱼类群落ABC曲线见图 4, 可以看出, 夏季5条河流的 W 均为负值, 鱼类丰度优势度曲线基本在生物量曲线之上, 表明这些水体总体上以中小型鱼类为主体, 鱼类群落受到了严重干扰。

秋季淀浦河等4条河流的 W 为负值, 其中大治河、川杨河和龙泉港的鱼类丰度优势度曲线一直在生物量曲线之上, 鱼类群落受到了严重干扰。淀浦河在第一优势种处生物量优势度曲线位于丰度优势度曲线之上, 但之后出现交叉并保持相同趋势, 表明第一优势种为个体均重大于群落平均体重的鱼类, 之后则为小型的 r 对策鱼类, 群落处于中度干扰状态。金汇港 W 值略大于0, 生物量曲线总体位于丰度优势度曲线之上, 起点生物量曲线远高于鱼类丰度优势度曲线, 说明鱼类群落结构相对比较稳定。

2.6 鱼类物种的空间分布及群落结构差异

根据定量和定性标本统计的20个断面鱼类平均物种数为18.1种, 具体种数列于图 5。可以看出, 川杨河5个断面的种类较多, 平均19种, 最高的C5断面有22种; 淀浦河5个断面的种类较少, 平均16种, 最低的D5断面仅有9种。

基于夏秋两季定量采集的鱼类种类和数量百分比样本所作的20个断面Cluster聚类分析显示(图 6), 在37.54%的Bray-Curtis相似性水平上, 可将20个断面聚类成3组, D1和Z2断面为组 I, 金汇港、龙泉港和除去Z2断面的大治河为组 II, 川杨河和除去D1断面的淀浦河为组III。ANOSIM检验表明, 组之间差异极显著($R=0.563$, $P=0.001$)。NMDS排序分析的平均协强系数Stress值为0.15, 结果可信。

对上述分组进行SIMPER分析, 可获得组间平均相似性和相异性贡献之和占90%以上的特征种和分歧种(表 4)。组 I 的平均相似性为37.99%, 主要特征种有蟹、刀鲚、鲫和大鳍鲮等6种; 组 II 的平均相似性为50.77%, 主要特征种有似鳊、鲢和大鳍鲮等8种; 组III的平均相似性为42.68%, 主要特征种为似鳊、鲫、刀鲚和达氏鲃等。组 I—组 II 的平均相异性为54.97%, 主要分歧种为刀鲚、似鳊、

大鳍鲮和鲮等14种;组I—组III的平均相异性为66.81%,主要分歧种为似鳊、鲫、刀鲚和鲮等13种;组II—组III的平均相异性为58.64%,主要分歧种为似鳊、鲫、鲮和大鳍鲮等13种。

3 讨论

3.1 上海5条骨干人工河流鱼类组成现状

本研究对上海黄浦江5条人工骨干支流的鱼类

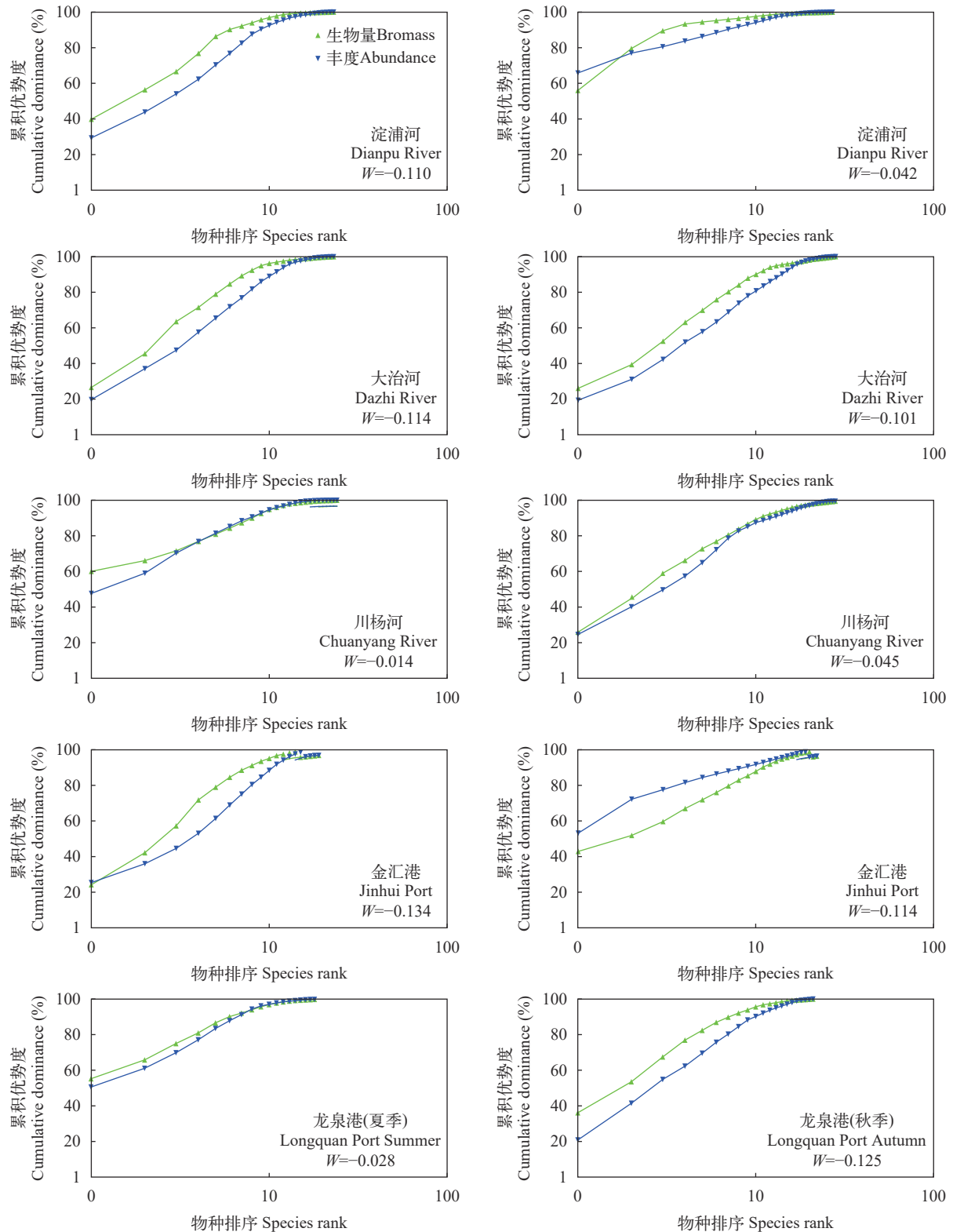


图4 上海5条骨干人工河流夏、秋鱼类群落的ABC曲线及 W 值

Fig. 4 ABC curves and W values of fish community of five artificial backbone rivers in Shanghai

作了系统调查,共采集到鱼类60种,隶属于8目17科45属。虽然单条河流的鱼类物种数,比黄浦江源头淀山湖的37种^[10]、上游干流的40种^[10]、中下游干流的38种^[34]及最大自然支流苏州河的45种^[12]相对略少,但合计的种类数则明显较多。这表明5条人工支流的水体虽然相对较小,但多数河段位于郊区,小生境更为丰富,能为鱼类提供更多样化的栖息环

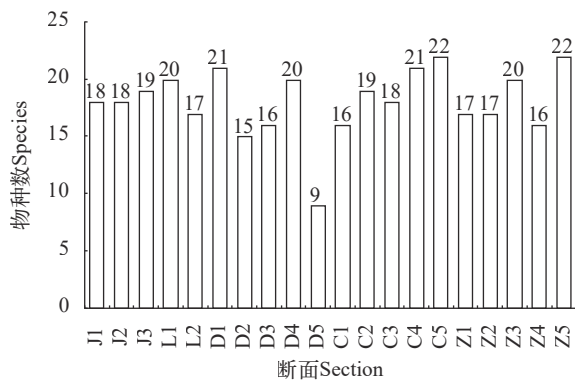


图5 上海5条骨干人工河流鱼类物种数的变化

Fig. 5 Changes of fish species of five artificial backbone rivers in Shanghai

境,保存更多的鱼类物种资源。

本研究发现,5条人工河流合计有9种优势种,

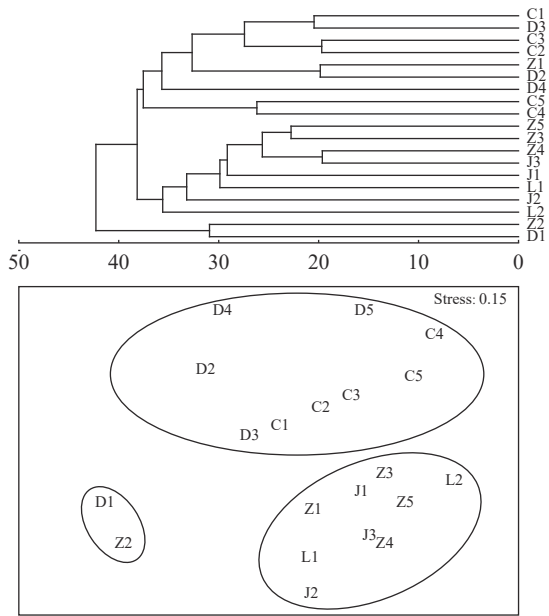


图6 上海5条骨干人工河流鱼类群落聚类图和NMDS图

Fig. 6 The clustering plot and NMDS plot of fish community of five artificial backbone rivers in Shanghai

表4 上海5条骨干人工河流鱼类群组平均相似性(相异性)贡献率之和占90%以上的特征种

Tab. 4 The species for different community group average similarity (dissimilarity) contribution rate that accounted for over 90% of five artificial backbone rivers in Shanghai

种类 Species	平均相似性贡献率 Average similarity (%)			平均相异性贡献率 Average dissimilarity (%)		
	I	II	III	I—II	I—III	II—III
鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	42.02	16.78	4.22	11.02	13.95	9.98
刀鲚 <i>Coilia nasus</i>	17.30	11.77	18.61	18.07	14.72	7.12
鲫 <i>Carassius auratus</i>	14.21	4.02	21.88	6.70	14.90	18.37
大鳍鱮 <i>Acheilognathus macropterus</i>	10.82	14.01		11.37	10.48	8.45
似鳊 <i>Pseudobrama simoni</i>	5.41	23.52	27.84	14.64	17.29	18.79
翘嘴鲌 <i>Culter alburnus</i>	2.47	7.27	3.45	3.89	1.45	3.52
达氏鲌 <i>Culter dabryi</i>		8.82	4.67	7.96	2.81	5.59
贝氏鲮 <i>Hemiculter bleekeri</i>		4.02		3.86	1.96	3.73
光泽黄颡 <i>Pelteobagrus nitidus</i>			4.34	2.81	3.36	4.34
泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatu</i>			3.50			3.19
鲤 <i>Cyprinus carpio</i>			2.69		3.28	3.81
兴凯鲮 <i>Acheilognathus chankaens</i>				3.13	2.61	
蒙古鲌 <i>Culter mongolicus</i>				2.30	1.95	
黄颡 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>				1.73		1.89
鲮 <i>Mugil cephalus</i>				1.41		
似鲮 <i>Toxabramis swinhonis</i>				1.40		
泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>					2.49	
鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>						1.51
总计 Total	92.23	90.21	91.2	90.29	91.25	90.29
平均值 Average value	37.99	50.77	42.68	54.97	66.81	58.64

注: 表中空白处为不属于前90%范围内的物种, 未列出具体数值
Note: The blank spaces in the table are species that not in the top 90%, and not list specific values

除鲢外的8种都是中小型鱼类,其中刀鲚是5条河流共有的优势种,似鳊、鳊和鲫也是多数河流的优势种。这与同一水系的淀山湖^[8-10]、黄浦江上游干流^[10,11]、黄浦江上游支流圆泄泾^[14]和苏州河^[16]相比,种类虽有一定的差别,但刀鲚、似鳊、鳊和鲫基本都是共同的优势种,说明黄浦江整个水系的鱼类资源都存在小型化现象。

从ABC曲线(图5)中 W 为负值、鱼类丰度优势度曲线基本在生物量曲线之上,也可反应出这5条人工骨干河流总体上以中小型鱼类为主体,鱼类群落受到了严重干扰。本次调查还采集到人工培育种散鳞镜鲤(*Cyprinus carpio*)及外来种露斯塔野鲮(*Labeo rohita*)和斑点叉尾鲟,特别是后一物种在金汇港和龙泉港的5个断面均有发现。斑点叉尾鲟是原产于北美大陆的温水性大型杂食性鱼类^[35],可栖息于各类淡水水域,生态适应能力很强。上海处于其自然栖息地纬度之内,可能已形成野化种群,影响本地鱼类的多样性与群落结构。应普及外来种对本地种危害性的基础知识,改变当地群众喜好放流陌生鱼类的习惯,降低外来鱼类的入侵风险。

3.2 上海5条骨干人工河流鱼类群落结构的空间差异与人口密度的关系

研究显示,20个断面的鱼类物种数最少仅有

9种,最多则有22种。Cluster聚类和NMDS排序分析可将20个断面分为有显著差异的3组,即D1和Z2断面构成的组I、金汇港、龙泉港和除去Z2断面的大治河构成的组II、川杨河和除去D1断面的淀浦河构成的组III(图6)。从Shannon-Wiener多样性指数看,组II各断面的平均值为2.11,远大于组III的1.58,说明组II的群落结构相对较稳定。从优势种看,组II的龙泉港有5种、金汇港和大治河各有6种,而III的川杨河和淀浦河仅各有3种,表明后者受到的生境干扰相对更多。

造成3个群组间鱼类群落结构出现差异的原因,除了直接的水环境本身,间接地也可能与所在区域的人口密度有一定关系。上海是中国人口密度最高的大都市,2020年全市平均密度已达3923人/ km^2 ^[36](图7)。构成组II的金汇港、龙泉港和大治河,处于人口密度较低(约1000到5000人/ km^2)的浦南和浦东郊区。构成组III的川杨河和淀浦河,则处于人口密度较高(基本都大于5000人/ km^2)的浦西和浦东北部。河流所在地人口密度差异,间接地影响着鱼类物种多样性水平,这种现象在我国内陆水域中也广泛存在^[37]。

至于组I仅包含D1和Z2断面,可能是D1处于淀浦河西闸和Z2处于大治河航塘港附近,来往和停

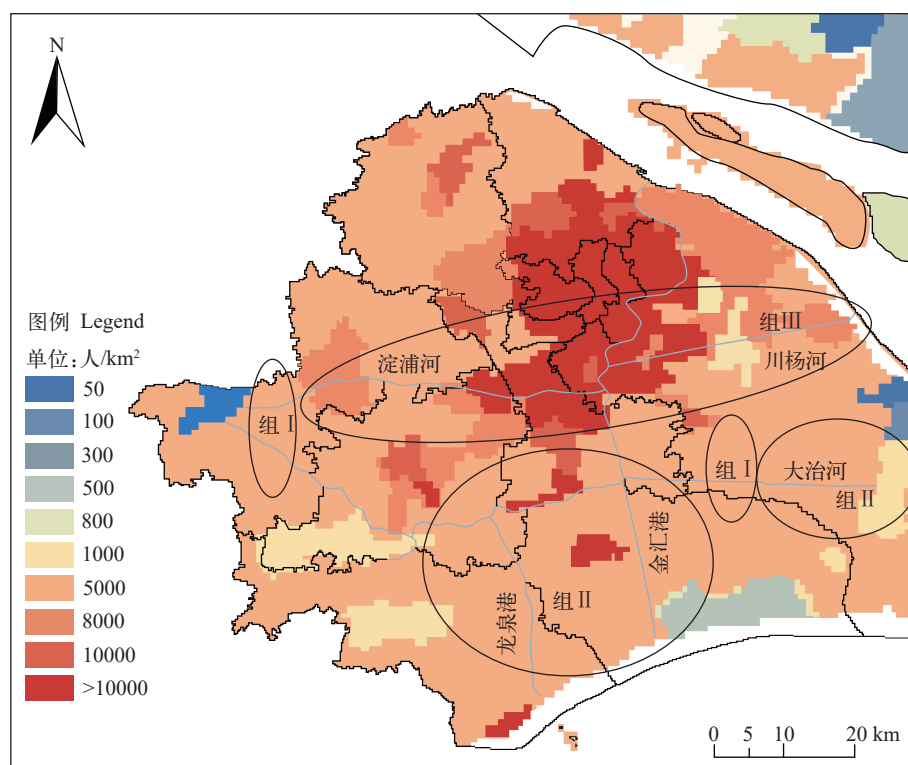


图7 上海市5条骨干人工河流鱼类群落结构与人口密度的相关性(数据引自文献[36])

Fig. 7 Correlation between fish community structure and population density of five artificial backbone rivers in Shanghai (Data from the reference [36])

泊的船舶带来的噪声和水流扰动等,影响了鱼类的栖息环境,导致与其他断面之间鱼类群落结构的明显差异。航运和水利工程建设造成的这种鱼类生境破坏或栖息地质量下降,应引起重视。

致谢:

感谢常羽、陈敬琛、高敏佳、傅淙淙、常亚娟、潘正东和王洁苗等参加部分样本测量。

参考文献:

- [1] Yun Y, Cheng W, Wu J P. Investigating on the evolution of urban river system of downtown Shanghai in the last century [J]. *Journal of East China Normal University (Natural Science)*, 2009(6): 119-127. [云烨, 程薇, 吴健平. 上海市中心城区近百年来水系演变研究 [J]. 华东师范大学学报(自然科学版), 2009(6): 119-127.]
- [2] Shanghai Local History Compilation Committee. Shanghai Local History (Volume 1) [M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 2005: 587-599. [上海通志编纂委员会. 上海通志(第1册) [M]. 上海: 上海人民出版社, 2005: 587-599.]
- [3] Li B. Water quality assessment and analysis of Dianpu River in recent decade [J]. *Environmental Science and Management*, 2015, 40(9): 134-137. [黎彬. 淀浦河近十年水质评价及变化趋势研究 [J]. 环境科学与管理, 2015, 40(9): 134-137.]
- [4] Zhu M. Water quality assessment and analysis of Jinhui Port from 2006 to 2017 [J]. *Environment and Development*, 2018, 30(6): 180-181. [朱敏. 金汇港2006年以来水质状况评价及变化趋势研究 [J]. 环境与发展, 2018, 30(6): 180-181.]
- [5] Paukert C P, Pitts K L, Whittier J B, et al. Development and assessment of a landscape-scale ecological threat index for the Lower Colorado River Basin [J]. *Ecological Indicators*, 2011, 11(2): 304-310.
- [6] Siebert S J. Drafting a conservation blueprint: A practitioner's guide to planning for biodiversity-craig R groves 2003 [J]. *African Journal of Range & Forage Science*, 2005, 22(2): 147-148.
- [7] Tao J, Dai X J, Tian S Q, et al. Community diversity and growth characteristics of wild fishes in Dianshan Lake [J]. *Hunan Agricultural Sciences*, 2011(7): 137-141. [陶洁, 戴小杰, 田思泉, 等. 淀山湖野生鱼类群落多样性与生长特性研究 [J]. 湖南农业科学, 2011(7): 137-141.]
- [8] Han C, Gao C X, Tian S Q, et al. Analysis of annual variations for fish community structure in Dianshan Lake [J]. *Journal of Shanghai Ocean University*, 2014, 23(3): 403-410. [韩婵, 高春霞, 田思泉, 等. 淀山湖鱼类群落结构多样性的年际变化 [J]. 上海海洋大学学报, 2014, 23(3): 403-410.]
- [9] Sun J Y, Dai X J, Zhu J F, et al. Analysis of the fish species diversity in Dianshan Lake [J]. *Journal of Shanghai Fisheries University*, 2007, 16(5): 454-459. [孙菁煜, 戴小杰, 朱江峰, 等. 淀山湖鱼类多样性分析 [J]. 上海水产大学学报, 2007, 16(5): 454-459.]
- [10] Shao Y, Tang W Q, Gong L, et al. Species diversity and community structure of fishes in Dianshan Lake and upper reaches of Huangpu River, Shanghai [J]. *Resources and Environment in the Yangtze River Basin*, 2022, 31(7): 1482-1493. [邵严, 唐文乔, 龚琬, 等. 上海淀山湖及黄浦江上游鱼类物种多样性及群落结构分析 [J]. 长江流域资源与环境, 2022, 31(7): 1482-1493.]
- [11] Chen X H, Li X P, Cheng X. Spatial-temporal distribution of fish assemblages in the upstreams of Huangpu River and Suzhou Creek [J]. *Biodiversity Science*, 2008, 16(2): 191-196. [陈小华, 李小平, 程曦. 黄浦江和苏州河上游鱼类多样性组成的时空特征 [J]. 生物多样性, 2008, 16(2): 191-196.]
- [12] Wang X D, Zhu H, Gu Z J, et al. Community composition and the relationship between measurable characters and total weight for thenative fishesfromupper rivers of Huangpu River area [J]. *Fishery Modernization*, 2014, 41(3): 43-47. [王小冬, 朱浩, 顾兆俊, 等. 黄浦江上游水域土著鱼类组成及体重与可量性状关系研究 [J]. 渔业现代化, 2014, 41(3): 43-47.]
- [13] Hong B, Wang M, Zhang Y P, et al. Component and diversity of fishes in the fishery water of upper reaches of the Huangpu River [J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2013, 41(15): 6737-6739. [洪波, 王淼, 张玉平, 等. 黄浦江上游渔业水域鱼类组成及多样性 [J]. 安徽农业科学, 2013, 41(15): 6737-6739.]
- [14] Wei B, Wang X D, Liu X G, et al. Seasonal variation of fish composition and diversity in Yuanxiejing tributary of the upper reaches of Huangpu River [J]. *Southwest China Journal of Agriculture*, 2019, 32(7): 1664-1669. [魏布, 王小冬, 刘兴国, 等. 黄浦江上游支流-圆泄泾鱼类组成及多样性季节变化 [J]. 西南农业学报, 2019, 32(7): 1664-1669.]
- [15] Xia J H, Lu J F, Zhou B C, et al. A preliminary study on fish communities in Suzhou Creek, Shanghai [J]. *Journal of Lake Sciences*, 2009, 21(4): 538-546. [夏建宏, 陆剑锋, 周保春, 等. 上海苏州河鱼类群落的初步研究 [J]. 湖泊科学, 2009, 21(4): 538-546.]
- [16] Yu H C, Bi B S, Tang W Q, et al. Changes in fish diversity and assemblage during comprehensive restoration of the Suzhou River in Shanghai [J]. *Biodiversity Science*, 2021, 29(1): 32-42. [余宏昌, 毕宝帅, 唐文乔, 等. 上海苏州河治理中鱼类多样性及群落结构变化 [J]. 生物多样性, 2021, 29(1): 32-42.]
- [17] East China Sea Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Science. Fishes of Shanghai [M]. Shanghai: Shanghai Scientific and Technical Publishers, 1990. [中国水产科学研究院东海水产研究所上海市水产研究所. 上海鱼类志 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1990.]

- [18] Cheng Q T, Zheng B S. Systematic Synopsis of Chinese Fishes [M]. Beijing: Science Press, 1987. [成庆泰, 郑葆珊. 中国鱼类系统检索 [M]. 北京: 科学出版社, 1987.]
- [19] Ni Y, Wu H L. Fishes of the Jiangsu Province [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006. [倪勇, 伍汉霖. 江苏鱼类志 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2006.]
- [20] Tang W Q, Zhu T J, Chen J K, *et al.* Resources and conservation valuation of fishes of Jiuduansha wetland in Changjiang River Estuary [J]. *Journal of Shanghai Fisheries University*, 2003, **12**(3): 193-200. [唐文乔, 诸廷俊, 陈家宽, 等. 长江口九段沙湿地的鱼类资源及其保护价值 [J]. *上海海洋大学学报*, 2003, **12**(3): 193-200.]
- [21] Shannon C E. A mathematical theory of communication [J]. *Bell System Technical Journal*, 1948, **27**(4): 623-656.
- [22] Levandowsky M. Book review: Ecological Diversity. E C piou [J]. *The Quarterly Review of Biology*, 1976, **51**(2): 336.
- [23] Simpson E H. Measurement of diversity [J]. *Nature*, 1949, **163**(4148): 688.
- [24] MARGALEF R. Information theory in ecology [J]. *General Systems*, 1958, **3**(1): 36-71.
- [25] Pinkas L, Oliphant M S, Iverson I. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in Californian waters [J]. *California Department of Fish and Game Fish Bulletin*, 1971, **152**: 1-105.
- [26] Cheng J S, Yu L F. The change of structure and diversity of demersal fish communities in the Yellow Sea and East China Sea in winter [J]. *Journal of Fisheries of China*, 2004, **28**(1): 29-34. [程济生, 俞连福. 黄、东海冬季底层鱼类群落结构及多样性变化 [J]. *水产学报*, 2004, **28**(1): 29-34.]
- [27] Cody M L. Towards a Theory of Continental Species Diversities: Bird Distributions Over Mediterranean Habitat Gradients [M]. Ecology and Evolution of Communities. Cambridge: Harvard University Press, 1975: 214-257.
- [28] Routledge R D. On whittaker's components of diversity [J]. *Ecology*, 1977, **58**(5): 1120-1127.
- [29] Warwick R M. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities [J]. *Marine Biology*, 1986, **92**(4): 557-562.
- [30] 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的状况 [J]. *中国水产科学*, 2008, **15**(1): 136-144.]
- [31] Bray J R, Curtis J T. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin [J]. *Ecological Monographs*, 1957, **27**(4): 325-349.
- [32] Clarke K R. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure [J]. *Austral Ecology*, 1993, **18**(1): 117-143.
- [33] Clarke K R, Warwick R M. Change in the marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation [J]. *Austral Ecology*, 2001, **40**(5): 689-692.
- [34] Zhou T S, Zhang Y, Tang W Q, *et al.* Ecological health assessment of huangpu river based on fish index of biotic integrity [J]. *Resources and Environment in the Yangtze River Basin*, 2016, **25**(6): 895-903. [周天舒, 张亚, 唐文乔, 等. 基于鱼类完整性指数的黄浦江水生生态系统评价 [J]. *长江流域资源与环境*, 2016, **25**(6): 895-903.]
- [35] Pu Y X, Xie C Y, Liu X Y, *et al.* Environmental risk assessment of introduced alien species—a case study of *Ictalurus punctatus* [J]. *Reservoir Fisheries*, 2008, **28**(1): 82-84. [卜跃先, 谢初昀, 刘鑫宇, 等. 引进外来物种的环境风险评价初探——以美国斑点叉尾鲟为例 [J]. *水利渔业*, 2008, **28**(1): 82-84.]
- [36] Xu X L. Kilometer grid data set of China's population spatial distribution [DB/OL]. Data registration and publishing system of resource and environmental science data center of Chinese Academy of Sciences, [2022-5-15]. <http://www.resdc.cn/DOI. DOI:10.12078/2017121101>. [徐新良. 中国人口空间分布公里网格数据集 [DB/OL]. 中国科学院资源环境科学数据中心数据注册与出版系统, [2022-5-15]. <http://www.resdc.cn/DOI. DOI:10.12078/2017121101>.]
- [37] Xing Y C. Species diversity, distribution pattern and conservation of fishes in inland water of China based on GIS [D]. Shanghai: Shanghai Ocean University, 2011: 55-56. [邢迎春. 基于GIS的中国内陆水域鱼类物种多样性、分布格局及其保育研究 [D]. 上海: 上海海洋大学, 2011: 55-56.]

FISH BACKGROUND INVESTIGATION AND COMMUNITY STRUCTURE ANALYSIS OF FIVE BACKBONE ARTIFICIAL RIVERS IN SHANGHAI

CHEN Zhen-Feng¹, TANG Wen-Qiao^{1,3}, ZHAO Zhen-Guan¹, ZHANG Yan-Yan¹, GONG Long², TANG Zhen¹, ZHANG Ya^{1,3}, GUO Hong-Yi^{1,3}, LIU Dong^{1,3} and YANG Jin-Quan^{1,3}

(1. Shanghai Universities Key Laboratory of Marine Animal Taxonomy and Evolution, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China; 2. Shanghai Municipal Bureau of Ecology and Environment, Shanghai 200003, China; 3. Key Laboratory of Exploration and Utilization of Aquatic Genetic Resources, Ministry of Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: In this study, a total of 13379 fish specimens were collected from 20 sections using gill nets in June (summer) and November (autumn), 2021 to reveal the fish species resources formed in five backbone artificial rivers of Shanghai Huangpu River in the past half-century. Sixty fish species were identified, belonging to 45 genera, 17 families, and 8 orders, comprising 41 species of Cypriniformes belonging to 28 genera and 2 families, 8 species of Perciformes belonging to 8 genera and 7 families, 2 species of Migratory fish, 8 species of estuarine fish, and freshwater species. There were 9 dominant species with $IRI \geq 1000$ in total, and *Coilia nasus* was the dominant species in all 5 rivers. ABC curve demonstrated that except for the Jinhui River, small and medium-sized fishes dominated other rivers, and fish communities were severely disturbed. β_C index and β_R index reflected that the Chuanyang River and the Dazhi River in Pudong had the highest difference in fish composition; the difference in fish composition between the Jinhui River and the Longquan River in Punan was the least. The 20 sections were divided into three groups; group I (D1 and Z2 sections), group II (the Jinhui River, the Longquan River, and the Dazhi River except for the Z2 section), and group III (the Chuanyang River and the Dianpu River except for the D1 section). *Pseudobrama simonyi*, *Coilia nasus*, *Carassius auratus*, and *Hemiculter leucisculus* were the main diverging species causing the differences in fish community structure among groups. As suggested in the study, more fish species were preserved in these five artificial backbone tributaries than in the headstream, mainstream, and natural tributaries of the Huangpu River, and population density would be a crucial reason for the significant spatial differences in fish community structure in these rivers.

Key words: Artificial backbone rivers; Fish species resources; Fish community structure; Spatial differences; Huangpu River

附表 1 上海市5条骨干人工河流鱼类名录

Attached table 1 Fish list of five artificial backbone rivers in Shanghai

种名Species	金汇港 Jinhui River	龙泉港 Longquan River	淀浦河 Dianpu River	川杨河 Chuanyang River	大治河 Dazhi River
一鲱形目 Clupeiformes					
(一)鲱科 Engraulidae					
1.刀鲚 <i>Coilia nasus</i>	+	+	+	+	+
二鳗鲡目 Anguilliformes					
(二)鳗鲡科 Anguillidae					
2.日本鳗鲡 <i>Anguilla japonica</i>					+
三鲤形目 Cypriniformes					
(三)鲤科 Cyprinidae					
3.青鱼 <i>Mylopharyngodon piceus</i>					+
4.草鱼 <i>Ctenopharyngodon idella</i>			+		
5.赤眼鳟 <i>Squaliobarbus curriculus</i>				+	
6.似鲮 <i>Toxabramis swinhonis</i>		+	+		
7.鲮 <i>Hemiculter leuciscus</i>	+	+	+	+	+
8.贝氏鲮 <i>H. bleekeri</i>	+	+	+	+	+
9.翘嘴鲮 <i>Culter alburnus</i>	+	+	+	+	+
10.达氏鲮 <i>C. dabryi</i>	+	+	+	+	+
11.蒙古鲮 <i>C. mongolicus</i>	+	+	+		+
12.尖头鲮 <i>C. oxycephalus</i>		+	+		
13.红鳍原鲮 <i>Cultrichthys erythropterus</i>			+		+
14.兴凯鲮 <i>Acheilognathus chankaensis</i>			+		+
15.大鳍鲮 <i>A. macropterus</i>	+	+	+	+	+
16.彩鲮 <i>A. imberbis</i>					+
17.鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>	+	+	+	+	+
18.中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>				+	
19.高体鲮 <i>R. ocellatus</i>				+	
20.露塔斯野鲮 <i>Labeo rohita</i> *				+	
21.棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>					+
22.花鲮 <i>Hemibarbus maculatus</i>	+		+	+	+
23.鲫 <i>Carassius auratus</i>	+	+	+	+	+
24.鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	+		+	+	+
25.散鳞镜鲤 <i>C. carpio</i> var. <i>specularis</i> *	+		+	+	+
26.银鲃 <i>Squalidus argentatus</i>				+	
27.蛇鲃 <i>Saurogobio dabryi</i>	+			+	+
28.长蛇鲃 <i>S. dunerili</i>					+
29.吻鲃 <i>Rhinogobio typus</i>	+	+	+	+	+
30.麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>				+	
31.华鳊 <i>Sarcocheilichthys sinensis</i>	+	+			
32.黑鳍鳊 <i>S. nigripinnis</i>	+	+			+
33.鲂 <i>Megalobrama skolkovii</i>		+			
34.团头鲂 <i>M. amblycephala</i>	+				
35.圆吻鲂 <i>Distoechodon tumirostris</i>	+		+	+	+
36.细鳞鲂 <i>Xenocypris microlepis</i>		+	+	+	+
37.银鲃 <i>X. argentea</i>	+			+	+
38.黄尾鲂 <i>X. davidi</i>	+				
39.似鳊 <i>Pseudobrama simony</i>	+	+	+	+	+

续表 1

种名Species	金汇港 Jinhui River	龙泉港 Longquan River	淀浦河 Dianpu River	川杨河 Chuanyang River	大治河 Dazhi River
40. 鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	+	+	+	+	
41. 鳊 <i>Aristichthys nobilis</i>			+	+	
(四) 鲴科 <i>Cobitidae</i>					
42. 大鳞副泥鳅 <i>Paramisgurnus dabryanus</i>			+	+	
43. 泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>			+	+	+
四鲇形目 <i>Siluriformes</i>					
(五) 鲿科 <i>Bagridae</i>					
44. 黄颡鱼 <i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	+	+	+	+	+
45. 光泽黄颡鱼 <i>P. nitidus</i>	+	+	+	+	+
46. 长须黄颡鱼 <i>P. eupogon</i>				+	
(六) 鲇科 <i>Siluridae</i>					
47. 鲇 <i>Silurus asotus</i>					+
(七) 鲴科 <i>Ictaluridae</i>					
48. 斑点叉尾鲴 <i>Ictalurus punctatus</i> *	+	+			
五鲴形目 <i>Mugiliformes</i>					
(八) 鲴科 <i>Mugilidae</i>					
49. 鲴 <i>Mugil cephalus</i>	+	+	+	+	+
50. 鲃 <i>Liza haematocheilus</i>					+
六合鳃鱼目 <i>Synbranchiformes</i>					
(九) 合鳃鱼科 <i>Synbranchidae</i>					
51. 黄鳝 <i>Monopterus albus</i>			+		
七鲈形目 <i>Perciformes</i>					
(十) 鲈科 <i>Moronidae</i>					
52. 中国花鲈 <i>Lateolabrax maculatus</i>	+	+		+	+
(十一) 沙塘鳢科 <i>Odontobutidae</i>					
53. 河川沙塘鳢 <i>Odontobutis potamophila</i>	+	+			+
(十二) 鲿科 <i>Callionymidae</i>					
54. 香鲿 <i>Callionymus olidus</i>				+	
(十三) 鲿科 <i>Channidae</i>					
55. 乌鲿 <i>Channa argus</i>		+	+	+	+
(十四) 虾虎鱼科 <i>Gobiidae</i>					
56. 子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>				+	+
57. 拉氏狼牙虾虎鱼 <i>Odontamblyopus lacepedii</i>	+		+	+	
(十五) 鲷科 <i>Sparidae</i>					
58. 黑棘鲷 <i>Acanthopagrus</i>				+	
(十六) 金钱鱼科 <i>Scatophagidae</i>					
59. 金钱鱼 <i>Scato phagus argus</i>					+
(十七) 鲷科 <i>Hemirhamphidae</i>					
60. 间下鲷 <i>Hyporhamphus intermedius</i>		+	+		

注: *外来种

Note: * Exotic species