

滁河襄河口至马汊河段冬春季鱼类群落结构及其多样性

王银平, 刘思磊, 杨彦平, 胡敏琦, 刘燕, 刘凯

Spatial and temporal patterns of fish assemblages in Chuhe River between Xianghe estuary and Macha River

WANG Yinping, LIU Silei, YANG Yanping, HU Minqi, LIU Yan, LIU Kai

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.12024/jsou.20201003199>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

新疆伊犁河不同河段鱼类的物种多样性和优势种

SPECIES DIVERSITY AND DOMINANT FISH SPECIES IN DIFFERENT REACHES OF THE ILI RIVER, XINJIANG
水生生物学报. 2017, 41(4): 819 <https://doi.org/10.7541/2017.102>

长江下游镇江和扬州北汊江段鱼类群落多样性研究

Study on Fish Community Diversity in the North of Hechangzhou Section of the Lower Yangtze River
水生态学杂志. 2018, 39(6): 73 <https://doi.org/10.15928/j.1674-3075.2018.06.011>

北江鱼类群落结构多样性及其演替趋势

Fish Community Structure Diversity and Succession in the Beijiang River
水生态学杂志. 2018, 39(4): 54 <https://doi.org/10.15928/j.1674-3075.2018.04.008>

长江安庆段春季鱼类群落结构特征及多样性研究

Spring Community Structure and Species Diversity of Fish in the Anqing Section of Yangtze River
水生态学杂志. 2017, 38(6): 64 <https://doi.org/10.15928/j.1674-3075.2017.06.009>

基于河流网络体尺度的皖河河源溪流鱼类群落的空间格局

Spatial variations in fish assemblages within the headwater streams of the Wanhe watershed: A river network-based approach
中国水产科学. 2014, 21(5): 988 <https://doi.org/10.3724/SP.J.1118.2014.00988>

黄河口及其邻近水域鱼类生物完整性评价

Evaluation of the biotic integrity of fish assemblages in the Yellow River estuary and its adjacent waters
中国水产科学. 2017, 24(5): 946 <https://doi.org/10.3724/SP.J.1118.2017.17079>

文章编号: 1674-5566(2021)06-0960-10

DOI:10.12024/jsou.20201003199

滁河襄河口至马汊河段冬春季鱼类群落结构及其多样性

王银平¹, 刘思磊¹, 杨彦平¹, 胡敏琦^{1,2}, 刘 燕¹, 刘 凯^{1,2}

(1. 中国水产科学研究院淡水渔业研究中心 农业农村部长江下游渔业资源环境科学观测实验站, 江苏 无锡 214081;
2. 上海海洋大学 水产科学国家级实验教学示范中心, 上海 201306)

摘要: 为了解滁河水域鱼类群落结构特征, 于 2015 年 12 月和 2016 年 5 月对滁河襄河口至马汊河段鱼类进行了 2 次调查, 共采集鱼类 45 种, 隶属于 6 目 13 科 36 属, 其中 55.56% 为鲤科 (Cyprinidae) 鱼类。单因素方差分析表明, 该群落多样性空间差异显著, 季节差异不明显。滁河水域鱼类群落优势种为鲫 (*Carassius auratus*)、鲤 (*Cyprinus carpio*)、棒花鱼 (*Abbottina rivularis*)、黄颡鱼 (*Pseudobagrus fulvidraco*) 和似鳊 (*Pseudobrama simoni*)。4 种摄食功能群中, 杂食性和碎屑食性鱼类物种数比例较高, 占总物种数的 63.04%; 3 种生态类群中, 淡水定居性鱼类占绝对优势 (89.13%); 3 种栖息水层类型中, 底层鱼类物种数比例较高, 为 45.65%。大型经济鱼类占总渔获物比例小, 相对重要性指数 (IRI) 低。以物种数和多样性指数分析群落多样性特征, 结果表明: 4 个不同河段间鱼类多样性有所差异, 下游河段鱼类多样性较低, 清流河与来安河水域居中, 上游河段较高; 不同季节间鱼类群落存在明显重叠, 几乎不分离, 不同河段间鱼类群落分离程度相对较高。鱼类群落结构存在的显著差异主要与鲫、鲤、棒花鱼和黄颡鱼等优势种空间分布差异有关。

关键词: 滁河; 群落结构; 生态类群; 摄食功能群

中图分类号: S 932.4 **文献标志码:** A

滁河流域位于江淮之间, 源于安徽东南部的丘陵山区, 沿途流经安徽省合肥市、滁州市、马鞍山市和江苏省南京市, 于江苏南京六合区大河口汇入长江, 全长 269.2 km, 系长江下游北岸一级支流^[1-2]。滁河襄河口至马汊河段位于安徽省滁州境内, 地处淮河与长江之间, 河段总长约 121 km, 河段内有汊河集船闸, 整个河段由上游滁河干流(上游河段)、清流河、来安河以及下游滁河干流(下游河段)组成, 各河段上一节点位置依次为滁河襄河口、清流河谢郢、来安河水口以及滁河三汊湾^[3]; 下游滁河干流经马汊河与长江连通。因此, 调查水体同时具备江湖水体特性, 具有丰富的渔业资源储备^[4]。

目前, 关于滁河渔业资源的研究较少, 现有报道多集中于滁河河道整治^[5]、流域水质污染评价^[6]、悬浮泥沙迁移^[7]、蓄洪调度和防洪效应^[8]

等方面。作为滁河重要河段之一, 滁河襄河口至马汊河段鱼类群落多样性是研究长江一级支流滁河生态环境变化的重要前提之一。本研究对滁河汊河集船闸改造前的襄河口至马汊河段渔业资源进行调查, 初步掌握滁河襄河口至马汊河段渔业资源现状, 丰富滁河渔业资源本底资料, 为河流类型水域鱼类群落时空分布格局及其形成机制探究提供参考, 为滁河段今后评估船闸改建对水生生物的影响提供理论支撑, 同时为滁河鱼类物种多样性保护与管理提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 采样方法

于 2015 年 12 月和 2016 年 5 月对滁河襄河口至马汊河段鱼类群落进行调查, 在以汊河集船闸为节点的 4 个辐射状河段设置 20 个采样点

收稿日期: 2020-10-19 修回日期: 2021-05-05

基金项目: 国家重点研发计划(2019YFD0901203); 农业农村部财政专项(CJDC-2017-22); 三峡工程运行安全综合监测系统水生生物与渔业资源监测站项目(JJ2017-010)

作者简介: 王银平(1985—), 男, 副研究员, 研究方向为渔业资源与环境。E-mail: wangyp@ffrc.cn

通信作者: 刘 凯, E-mail: liuk@ffrc.cn

(图 1),分为上游河段,汊河集至襄河口,河道全长约 39 km,1~5 号样点分布在上游河段;下游河段,汊河集至马汊河口,河道全长约 25 km,6~10 号样点分布在下游河段;来安河段,汊河集至来安河水口,河道全长约 21 km,11~15 号样点分布在来安河段;清流河段,汊河集至清流河谢郢,河道全长约 36 km,16~20 号样点分布在清流河段。利用鱼簖和地笼在各河段开展渔业资源调查,鱼

簖拦网长 50 m,网高 3 m,囊网网目尺寸 1 cm,放网时间为 24 h;地笼网高和网宽均为 30 cm,网长 50 m,网目 0.8 mm,放网时间为 24 h。渔获物收集后立即放置于冰盒内,带回实验室依据相关文献^[9-10]鉴定到种,利用数显游标卡尺和电子天平测定所有鱼类体长和体质量。体长精确至 0.01 mm,体质量精确至 0.1 g。

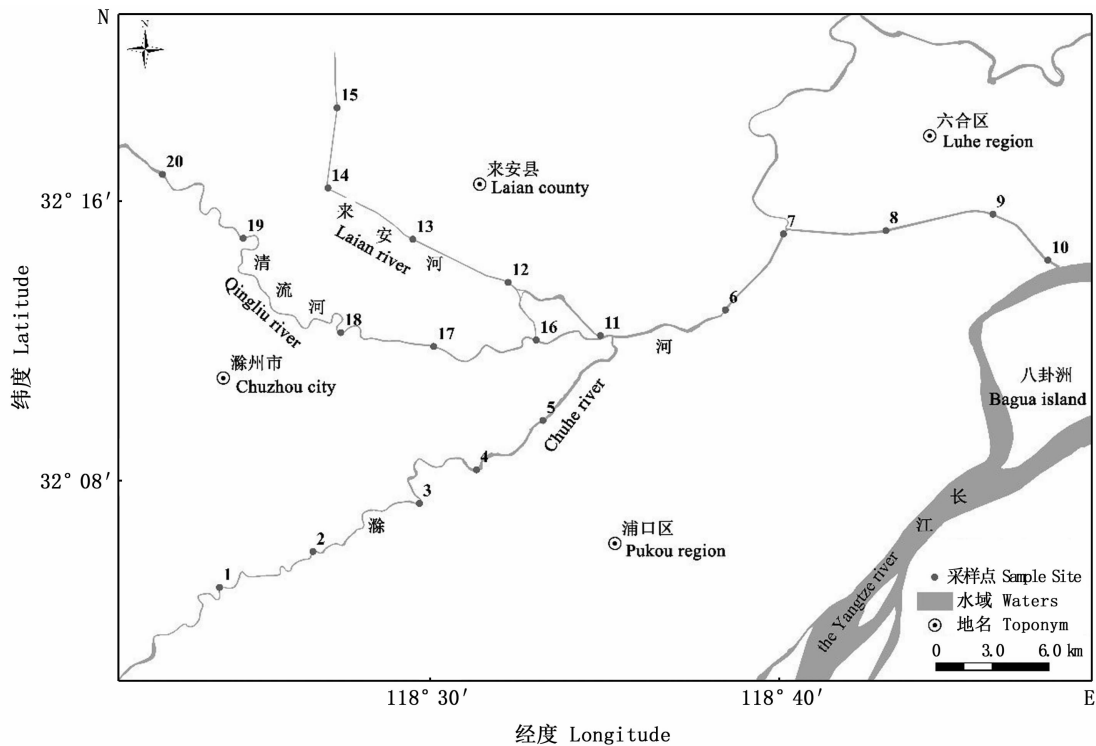


图 1 渔业资源采样断面图

Fig. 1 Distribution of sampling stations in Chuhe River

1.2 数据分析

1.2.1 生态类群

按照鱼类的栖息环境和洄游方式,调查水域鱼类存在 3 种生态类群^[11]。参照鱼类食性文献^[9-10]和食性类型划分方法,将滁河水域鱼类分为肉食性、杂食性、植食性、浮游食性和碎屑食性等 5 类。根据已有文献^[12],将初次性成熟小于 2 龄,最大体长小于 24 cm 的鱼类划为小型鱼类。根据鱼类在垂直空间的分布差异^[11],将其分为中上层、中下层和底层鱼类。

1.2.2 鱼类优势种

鱼类优势种利用相对重要性指数^[13](index of relative importance, IRI)进行表征,公式为

$$I_{IRI} = (N_i + W_i) \times F_i \times 10^4 \quad (1)$$

式中: I_{IRI} 为相对重要性指数; N_i 为第 i 种鱼的尾数占总尾数的百分比,%; W_i 为第 i 种鱼的质量占总质量的百分比,%; F_i 为第 i 种鱼出现次数占总调查样点的百分比,%。

将 $IRI \geq 500$ 的物种定为优势种, $100 \leq IRI < 500$ 的物种定为常见种, $10 \leq IRI < 100$ 的物种定为一般种, $IRI < 10$ 的物种定为少见种^[14]。

1.2.3 生物多样性指数

鱼类物种多样性指数包括 Shannon-Weiner 多样性指数(H')^[15]、Wilhm 丰富度指数(H')^[16]、Pielou 均匀度指数(E')^[17]、Simpson 优势度指数(C')^[14],计算公式为

$$H = - \sum P_i \ln P_i \quad (2)$$

$$H' = - \sum_{i=1}^S (W_i/W) \ln (W_i/W) \quad (3)$$

$$E = H/\ln S \quad (4)$$

$$C = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2 \quad (5)$$

式中： P_i 为鱼类群落中第 i 种鱼的个体数占所有鱼类总个体数的比例； W 为渔获物总生物量； W_i 为第 i 个物种生物量； S 代表所有鱼类种类数。

采用单因素方差分析 (One-way analysis of variance, ANOVA) 对渔获物数量及质量、物种数季节及采样区域间的差异进行检验分析, 若差异显著, 再次进行 TUKEY 多重比较。利用 SPSS 24.0 进行数据统计分析。

2 结果

2.1 物种组成

共采集渔获物 20.05 kg, 共计 12 037 尾, 鱼类 45 种, 隶属于 6 目 13 科 36 属 (表 1)。渔获物以鲤形目 (Cypriniformes) 鱼类为主 (表 1), 共 25 属 30 种, 占总物种数的 55.56%; 鲤形目渔获数量和质量在渔获物中均占优势地位, 分别占总渔获数量和质量 78.12% 和 82.49%。鲈形目 (Perciformes) 渔获数量次之, 共 1 613 尾, 质量为 4.60 kg, 分别占渔获物总数量和总质量的 13.40% 和 2.30%; 鳊鲃目 (Clupeiformes) 物种数、渔获数量和质量均最少, 分别占总数的 2.17%、

表 1 滁河水域鱼类物种组成和生态类群
Tab. 1 Species composition and ecological guilds of fish community in Chuhe River

物种 Species	生态类群 Ecological guilds			物种 Species	生态类群 Ecological guilds		
	FH	MH	DR		FH	MH	DR
鲱形目 Clupeiformes				革条副鲃 <i>Paracheilognathu shimantegus</i> *	O	SF	U
鳊科 Engraulidae				高体鳊 <i>Rhodeus ocellatus</i> *	De	SF	U
刀鲚 <i>Coilia nasus</i> *	C	RS	U	中华鳊 <i>Rhodeus sinensis</i> *	O	SF	D
鳊鲃目 Anguilliformes				鳊科 Cobitidae			
鳊鲃科 Anguillidae				中华花鳊 <i>Cobitis sinensis</i> *	O	SF	D
日本鳊 <i>Anguilla japonica</i>	C	SF	U	泥鳅 <i>Misgurnus anguillicaudatus</i> *	O	SF	D
鲤形目 Cypriniformes				大鳞副泥鳅 <i>Paramisgurnus dabryanus</i>	O	SF	D
鲤科 Cyprinidae				鲃形目 Siluriformes			
赤眼鲮 <i>Squaliobarbus curriculus</i>	O	SF	U	鲃科 Bagridae			
翘嘴鲮 <i>Culter alburnus</i>	C	SF	U	黄颡鱼 <i>Pseudobagrus fulvidraco</i> *	O	SF	D
达氏鲮 <i>Culter dabryi</i>	C	SF	L	瓦氏黄颡鱼 <i>Pelteobagrus vachelli</i>	O	SF	D
蒙古鲮 <i>Culter monggolicus</i>	C	SF	U	光泽黄颡鱼 <i>Pelteobagrus nitidus</i> *	O	SF	D
红鳍原鲮 <i>Cultrichthys erythropterus</i>	C	SF	U	圆尾拟鲮 <i>Pseudobagrus tenuis</i>	O	SF	D
贝氏鲮 <i>Hemiculter bleekeri</i> *	O	SF	U	鲃科 Siluridae			
鲮 <i>Hemiculterleucis culus</i> *	O	SF	U	鲃 <i>Silurus asotus</i>	C	SF	D
团头鲂 <i>Megalobrama amblycephala</i>	H	SF	L	颌针鱼目 Beloniformes			
鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>	H	SF	L	鱮科 Hemirhamphidae			
似鳊 <i>Pseudobrama simoni</i> *	O	SF	L	间下鱮 <i>Hyporhamphus intermedius</i> *	C	RS	U
银鲮 <i>Xenocypris argentea</i>	H	SF	L	鲈形目 Perciformes			
鲢 <i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	O	RL	U	鲈科 Serranidae			
棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i> *	O	SF	D	鳊 <i>Siniperca chuatsi</i>	C	SF	D
花鲮 <i>Hemibarbus maculatus</i> *	C	SF	L	月鳢科 Channidae			
似刺鲃 <i>Paracanthobrama guichenoti</i> *	O	SF	U	乌鳢 <i>Channa argus</i>	C	SF	D
麦穗鱼 <i>Pseudorasbo raparva</i> *	O	SF	U	沙塘鳢科 Odontobutidae			
黑鳍鳈 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	O	SF	D	沙塘鳢 <i>Odontobutis obacurus</i> *	C	SF	D
蛇鲃 <i>Saurogobio dabryi</i> *	O	SF	L	小黄鲃 <i>Micropercops swinhonis</i> *	O	SF	L
长蛇鲃 <i>Saurogobio dumerili</i> *	O	SF	L	虾虎鱼科 Gobiidae			
银鲃 <i>Squalidus argentatus</i> *	O	SF	L	子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i> *	C	RS	D
鲫 <i>Carassius auratus</i>	De	SF	L	斗鱼科 Belontiidae			
鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	O	SF	D	圆尾斗鱼 <i>Macropodus ocellatus</i> *	O	SF	L
兴凯鳊 <i>Acheilognathus chankaensis</i> *	De	SF	U	刺鲃科 Mastacembelidae			
斑条鳊 <i>Acheilognathus taenianalis</i> *	O	SF	U	中华刺鲃 <i>Mastacembelus aculeatus</i>	C	SF	D

注: * . 小型鱼类; FH. 食性; O. 杂食性; H. 植食性; De. 碎屑食性; C. 肉食性; DR. 栖息水层; U. 中上层; L. 中下层; D. 底层; MH. 洄游习性; RL. 河湖洄游性; SF. 淡水定居性; RS. 江海洄游性。

Notes: * . Small fish; FH. Feeding habits; O. Omnivore; H. Herbivore; De. Detritivore; C. Carnivore; DR. Depth range; U. Upper; L. Lower; D. Demersal; MH. Migratory habits; RL. River-Lake migratory; SF. Sedentary fish; RS. River-Sea migratory.

0.01% 和 0.03% (表 2)。渔获物中初次性成熟小于 2 龄,最大体长小于 24 cm 的小型鱼类有 25 种,占总物种数的 55.56% (表 1)。空间上,4 个河段共有种有 18 种,鱼类物种数呈显著差异

($P < 0.001$),其中上游段最多为 34 种,下游段次之,32 种,来安河最少,为 26 种。冬季和春季鱼类物种数分别为 36 种和 37 种,其中共有物种 28 种。

表 2 滁河水域鱼类物种、数量和质量百分比
Tab.2 Percentage of fish species, quantity and mass in Chuhe River

类别 Category	物种数 Number/%	数量 Quantity/%	质量 Mass/%
鲤形目 Cypriniformes	65.22	78.12	82.49
鲈形目 Perciformes	17.39	13.40	2.30
鲇形目 Siluriformes	10.87	8.07	14.97
颌针鱼目 Beloniformes	2.17	0.30	0.10
鲱形目 Clupeiformes	2.17	0.11	0.11
鳗鲡目 Anguilliformes	2.17	0.01	0.03

2.2 生态类型

调查水域淡水定居性鱼类最多,共计 41 种,占总物种数的 89.13%,江湖半洄游鱼类仅采集到鲢 1 种,出现于滁河上游、下游河段,江海洄游性鱼类 2 种,不同河段物种洄游类型鱼类种类组成差异不显著 ($P = 0.10$)。从栖息水层看,调查水域底层鱼类占优势,有 21 种,中上层和中下层

鱼类相对较少,分别有 13 和 12 种,不同河段同一栖息水层的鱼类物种组成无显著差异 ($P = 0.33$);从摄食习性看,调查水域鱼类以杂食性和碎屑食性为主,占总物种数 63.04%;植食性鱼类仅 2 种,出现于滁河上游、下游河段,不同河段同一摄食特性鱼类种类组成无显著差异 ($P = 0.03$)。见图 2。

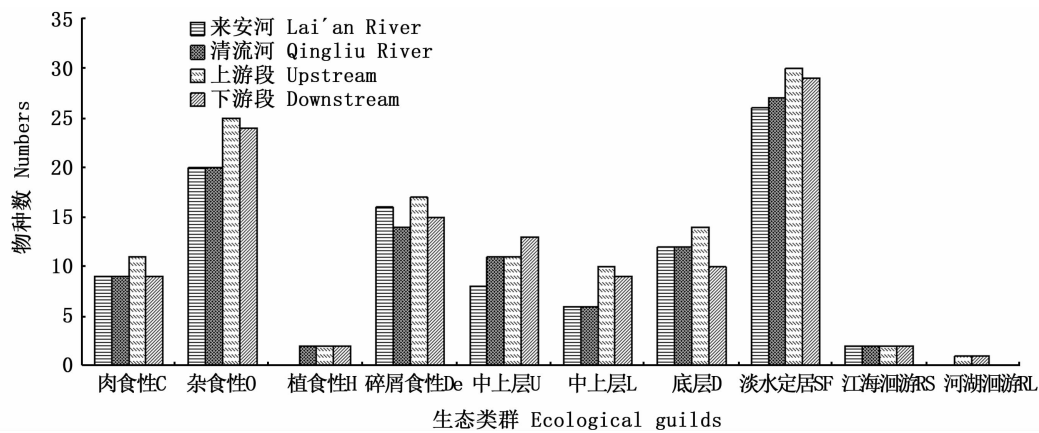


图 2 滁河水域鱼类生态类群
Fig.2 Fish ecological guilds in Chuhe River

2.3 生态优势度

总体来讲,滁河水域鱼类的相对重要性指数 (IRI) 值高于 500 的有鲫 (*C. auratus*)、鲤 (*C. carpio*)、棒花鱼 (*A. rivularis*) 和黄颡鱼 (*P. fulvidraco*) 4 种,为滁河水域优势鱼类,占鱼类总数量的 30.07%, 占总质量的 68.95% (表 3)。IRI 在 100 ~ 500 间的常见种有 6 种,最常见的物种为淡水定居似鳊 (*P. simoni*) 和斑条鲮 (*A.*

taenianalis), 光泽黄颡鱼 (*P. nitidus*) 和红鳍原鲃 (*C. erythropterus*) 为一般常见种。优势种随时间和空间变化有所差异,春、冬两季优势种各 3 种,共有优势种为鲫、鲤,春季黄颡鱼为群落优势种之一,而棒花鱼冬季在群落中占优势。上游段优势种为鲫、鲤、光泽黄颡鱼和斑条鲮,而下游段为鲫;来安河段、清流河段优势种均为鲫和棒花鱼、鲤和黄颡鱼。

表 3 滁河水域渔业生物优势种组成
Tab.3 Composition of dominant fish species in Chuhe River

物种 Species	数量 Quantity/%	质量 Mass/%	出现频率 Frequency/%	相对重要性指数 IRI
鲫 <i>Carassius auratus</i>	14.84	35.68	100.00	5 052.17
鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	0.72	20.60	66.67	1 421.42
棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	12.39	5.68	47.92	865.99
黄颡鱼 <i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	2.12	6.99	72.92	664.60
似鳊 <i>Pseudobrama simoni</i>	1.80	3.20	75.00	374.82
斑条鲃 <i>Acheilognathus taianalis</i>	3.20	1.50	68.75	323.37
兴凯鲃 <i>Acheilognathus chankaensis</i>	3.22	0.81	66.67	268.46
子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	7.02	1.31	25.00	208.18
光泽黄颡鱼 <i>Pelteobagrus nitidus</i>	2.30	1.59	41.67	162.43
红鳍原鲃 <i>Cultrichthys erythropterus</i>	1.00	1.42	54.17	130.80
鲇 <i>Silurus asotus</i>	0.10	5.16	16.67	87.77
中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>	3.37	0.56	20.83	81.88
鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	1.03	0.79	25.00	45.45
鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>	0.08	2.02	12.50	26.24
翘嘴鲃 <i>Culter alburnus</i>	0.11	1.21	16.67	21.90
贝氏鲮 <i>Hemiculter bleekeri</i>	0.53	0.50	20.83	21.42
银鮡 <i>Squalidus argentatus</i>	0.49	0.27	27.08	20.60
黑鳍鳈 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	0.38	0.68	18.75	19.86

2.4 群落结构及多样性

滁河水域渔获数量群落特征值分别如下:丰富度指数(H')为 4.92, Shannon-Wiener 指数(H)为 2.22, 优势度指数(C)为 0.19, 均匀度指数(E)为 0.18。滁河鱼类多样性水平春季低于冬

季,具体表现为优势度高,均匀度低,但季节间差异不明显。鱼类群落多样性的空间差异较小:上游段多样性水平最高, H 为 2.18;下游河段最低, H 为 2.05。见表 4。

表 4 滁河水域鱼类物种多样性指数
Tab.4 Species diversity in dices of fish communities in Chuhe River

特征值 Eigenvalue	整体 Total	上游段 Upstream	下游段 Downstream	清流河 Qingliu river	来安河 Lai'an river	春季 Spring	冬季 Winter
优势度指数 C	0.19	0.20	0.25	0.21	0.22	0.25	0.17
多样性指数 H	2.22	2.18	2.05	2.06	1.80	1.95	2.23
均匀度指数 E	0.18	0.26	0.22	0.24	0.20	0.17	0.23
丰富度指数 H'	4.92	4.67	4.30	3.48	3.28	4.36	4.28

运用 ANOSIM 检验时空因素对鱼类群落结构的影响,结果表明:鱼类群落结构具有显著时空变化($P < 0.05$);不同季节间鱼类群落存在明显重叠,几乎不分离($r = 0.15$),不同河段间鱼类群落分离程度相对较高($r = 0.20$)。不同河段群落结构的两两比较结果显示:上游段渔获物群落结构与其他河段间均存在显著差异($P < 0.05$),而其他两两河段间鱼类群落结构差异不显著($P > 0.05$)。上游段与其他各河段间、下游段与来安河段群落分离程度相对较高($r = 0.25$),其中,上游段与来安河段分离程度最高($r = 0.48$),而清流河段与下游段、来安河段群落结构几乎不分离($r < 0.25$)。见图 3。

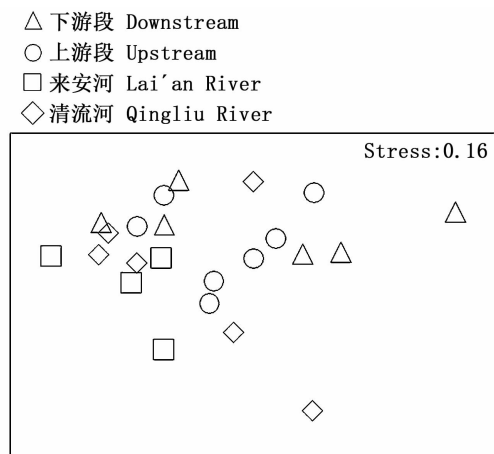


图 3 滁河水域渔获物群落结构差异
Fig.3 Variation of fish community structure in Chuhe River

鱼类群落结构空间差异分析显示,上游段和下游段群落结构存在显著性差异。运用相似性百分比(SIMPER)分析造成上、下游段群落结构差异的关键贡献物种(累计贡献率达90%的物种),结果显示造成两河段间群落差异的主要物

种有27种(如表5),其中,上游段关键种是斑条鲮、鲫、光泽黄颡鱼,下游段为似鳊、鲫、斑条鲮,光泽黄颡鱼、棒花鱼丰度变化的贡献率均较高,是造成两河段群落组成差异的最主要物种。

表5 滁河渔获物群落结构空间差异

Tab.5 Spatial variation of fish community structure in Chuhe River

物种 Species	平均丰度 Average abundance		下游段 Downstream vs 上游段 Upstream		
	下游段 Downstream	上游段 Upstream	平均不相似性 Average dissimilarity	贡献值 Contribution rate/%	累计贡献率 Accumulative contribution rate/%
光泽黄颡鱼 <i>Pelteobagrus nitidus</i>	3.83	63.14	4.34	7.95	16.08
棒花鱼 <i>Abbottina rivularis</i>	32.33	21.14	3.05	5.60	21.67
子陵吻虾虎鱼 <i>Rhinogobius giurinus</i>	41.00	5.00	2.67	4.90	26.58
兴凯鲮 <i>Acheilognathus chankaensis</i>	57.00	34.86	2.64	4.83	31.41
似鳊 <i>Pseudobrama simony</i>	18.33	14.71	2.24	4.10	35.51
斑条鲮 <i>Acheilognathus taenianalis</i>	32.50	39.43	2.22	4.07	39.57
银鲌 <i>Xenocypris argentea</i>	4.00	0	2.15	3.93	43.51
黑鳍鳊 <i>Sarcocheilichthys nigripinnis</i>	0.17	11.29	2.11	3.86	47.37
鲮 <i>Hemiculter leucisculus</i>	9.17	4.71	1.96	3.60	50.97
贝氏鲮 <i>Hemiculter bleekeri</i>	5.50	0.43	1.81	3.32	54.29
中华鲮 <i>Rhodeus sinensis</i>	30.17	3.00	1.77	3.24	57.53
鲫 <i>Carassius auratus</i>	26.17	50.00	1.63	2.99	60.52
黄颡鱼 <i>Pseudobagrus fulvidraco</i>	4.00	5.14	1.58	2.90	63.42
红鳍原鲌 <i>Cultrichthys erythropterus</i>	1.50	4.71	1.57	2.88	66.31
鲤 <i>Cyprinus carpio</i>	1.50	4.86	1.48	2.72	69.02
银鲌 <i>Squalidus argentatus</i>	1.17	2.71	1.30	2.39	71.41
麦穗鱼 <i>Pseudorasbora parva</i>	3.67	1.29	1.26	2.31	76.05
达氏鲌 <i>Culter dabryi</i>	2.00	2.00	1.17	2.15	78.20
蒙古鲌 <i>Culter mongolicus</i>	2.50	1.29	1.15	2.11	80.31
鳊 <i>Parabramis pekinensis</i>	1.50	0.86	1.15	2.11	82.41
小黄鲌 <i>Micropercops swinhonis</i>	0.17	14.14	0.99	1.82	84.24
长蛇鲌 <i>Saurogobio dumerili</i>	0.83	0.57	0.91	1.68	87.64
翘嘴鲌 <i>Culter alburnus</i>	1.50	0.14	0.84	1.53	89.18
刀鲚 <i>Coilia nasus</i>	0.83	1.00	0.81	1.48	90.66

3 讨论

3.1 渔业群落组成现状

渔获物以鲤形目鱼类为优势种,单尾均重 < 50 g 的小型鱼类占渔获物总数的 74%,在渔获物群落中占绝对优势,这与其他水域相关研究^[9, 18-19]结果类似。滁河襄河口至马汊河段水域鱼类调查历史文献较少,本次调查共计鉴定出鱼类 45 种,高于相邻怀洪新河太湖银鱼保护区的 37 种和淮河荆涂峡鲤、长吻鲢保护区的 33 种,但低于长江其他支流如大宁河、大渡河和淮河调查到的鱼类物种数^[20-21]。鱼类物种数差异与调查水域不同有关,另外也与调查网具、调查范围和

调查频次等有明显相关性。本次调查河段为半封闭水域,下游段与长江连通,具有一定的洄游通道功能,因此,除存在优势类群淡水定居性物种以外,还分布有刀鲚、日本鳗鲡等江海洄游性物种,与历史调查结果^[12, 22]相近。滁河水域杂食性物种比例显著高于其它生态类型,群落结构在垂直分布上以底层物种占优势,也与张晓等^[12]对安庆江段鱼类群落结构调查结果类似。CABRAL 等^[23]指出,调查区域的优势种组成与外界干扰因素密切相关。本次调查优势种仅有鲫、鲤 2 种,占渔获总数量 15.56%,可见调查河段优势种组成较为简单,这可能与汉河集枢纽工程的建立改变了河段原有的水文条件有关;另外,调

查河段捕捞强度较大,导致渔业群落物种组成发生较大变化,这与其他湖泊河流资源衰退现状^[24-25]一致;此外,鲫、鲤生命力强,繁殖速度快,不易受环境因素影响,这也可能是其形成优势种的关键因素^[26]。同时,研究结果显示调查河段绝大多数物种对生境的需求类似,种间竞争激烈^[27],环境因子变化不利于多数物种生存,导致物种群落结构对外界环境变化极为敏感,生境较为脆弱。

3.2 渔业群落的时间格局

与湖泊、水库等静水系统不同,河流系统受水文、水位等的变动,往往具有显著季节性变动,因此会对流域内物种的群落组成及数量产生重要影响^[28-29]。此外物种自身的繁殖、死亡等周期性生活史事件也会影响群落结构及其多样性^[30]。本次调查发现,冬季渔获重量远高于春季,主要是由于冬季水温低,鱼类等迁移至深水区越冬,活动强度弱,渔获物捕获率上升^[31-32]。同时,经过秋季育肥后,物种规格变大,因此渔获重量高。春季水温升高,鱼类活动强度增强,物种集中于岸边浅水区繁殖,单次渔获物捕获量下降,并且经越冬期、繁殖期的消耗,物种质量降低^[33]。渔获数量、群落多样性水平季节间差异也类似,表现为冬季大于春季,但群落多样性水平差异主要归因于优势物种种类较少,群落向少数优势种集中,群落均匀性下降,多样性水平低。冬季优势物种的群落优势度降低,群落优势度分布相对均匀,多样性水平高,这与秋浦河、长江安庆段观察到的结果相似^[12, 34]。调查发现,两季渔获物种数相同,但群落组成差异显著,经 SIMPER 分析发现,主要是由各物种的平均丰度差异引起的,其中光泽黄颡鱼、棒花鱼丰度变化贡献率较高(表 5),是造成春、冬两季群落组成差异的主要贡献物种。

3.3 渔业群落的空间格局

在河流生态系统中,物种群落结构的复杂性与其栖息地的稳定性、多样性成正相关^[35]。本次调查发现,上游段渔业群落结构与清流河和来安河差异显著,可能是支流生境较为复杂、环境稳定,因此物种丰富多样。上游段与下游段渔业群落结构也存在显著差异,表现为上游段物种丰富,有研究指出,在自然环境下,河流下游物种较上游更为丰富多样^[36],而本研究结果与之相反,说

明调查河段生境遭到破坏,考虑到上游与下游间建有船闸(不通航),故推测船闸的存在是导致上下游物种数分布差异的非生物因素之一^[37]。通过 ANOSIM 检验发现滁河上游、下游段物种群落组成存在显著的空间差异,可能与闸坝改变水域水文情势,破坏鱼类适宜栖息生境,阻断物种洄游通道有关^[37]。SIMPER 分析结果显示,闸坝通过改变上下游物种的平均丰度,限制鱼类自由活动空间,逃逸空间也受到巨大影响,同时也削弱了鱼类群落资源补偿、基因交流机制,最终导致闸坝上下游群落差异显著^[38]。光泽黄颡鱼、棒花鱼丰度变化贡献率较高,是造成两河段差异的主要物种;小黄鲈鱼、黑鳍鳊和光泽黄颡鱼在上游段的平均丰度分别为下游段的 83 倍、66 倍、13 倍,贝氏鲈、中华鲮和翘嘴鲌的平均丰度为上游段 10 倍左右。调查发现,上游段渔业群落多样性水平最高,归因于丰富的物种数量(39 种),同时优势种的生态优势度较低,群落的均匀性较高,多样性水平高,这与多样性水平的的时间特征相一致。

参考文献:

- [1] 何翠敏,刘菊,柏正林. 安徽滁河雨洪特性及与长江洪水遭遇组合分析[J]. 水科学与工程技术, 2015(4): 6-9.
HE C M, LIU J, BAI Z L. Characteristics of storms and floods of Chuhe Rive and analysis of meeting together of the Yangtze River flood[J]. Water Sciences and Engineering Technology, 2015(4): 6-9.
- [2] 王政祥,丁志立. 滁河流域 2003 年梅雨期暴雨洪水分析[J]. 水资源研究, 2004, 25(4): 22-24, 28.
WANG Z X, DING Z L. Analysis of the storm and flood of the Chuhe River basin in 2003 during the Meiyu Period[J]. Journal of Water Resources Research, 2004, 25(4): 22-24, 28.
- [3] 王庭槐. 自然地理志[M]. 南京: 南京出版社, 1992: 269-270.
WANG T H. Local history compilation committee [M]. Nanjing: Nanjing Publishing House, 1992: 269-270.
- [4] 茹辉军,刘学勤,黄向荣,等. 大型通江湖泊洞庭湖的鱼类物种多样性及其时空变化[J]. 湖泊科学, 2008, 20(1): 93-99.
RUI H J, LIU X Q, HUANG X R, et al. Diversity of fish species and its spatio-temporal variations in Lake Dongting, a large Yangtze-connected lake[J]. Journal of Lake Sciences, 2008, 20(1): 93-99.
- [5] 丁胜祥,游中琼,宁磊. 2016 年滁河洪水对新修汀洪水

- 调度方案的检验[J]. 人民长江, 2017, 48(4): 32-36.
- DING S X, YOU Z Q, NING L. Verification of newly revised flood dispatching scheme by flood control practice of 2016 Chuhe River flood[J]. Yangtze River, 2017, 48(4): 32-36.
- [6] 杜艳, 袁学华. 滁河全椒段河流水质污染评价及驱动因子解析[J]. 安徽农业科学, 2017, 45(31): 72-75.
- DU Y, YUAN X H. Temporal variation of water quality and driving factors in Chuhe watershed of Quanjiao[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2017, 45(31): 72-75.
- [7] 柏正林, 程家友, 尹家星. 安徽省滁河流域悬移质泥沙分析[J]. 江淮水利科技, 2011(4): 33-34, 39.
- BAI Z L, CHENG J Y, YIN J X. Analysis of suspended load and sediment in Chuhe basin of Anhui province [J]. Jianghuai Water Resources Science and Technology, 2011(4): 33-34, 39.
- [8] 吕平. 2015年滁河流域荒草圩蓄洪区行蓄洪水文还原分析[J]. 江淮水利科技, 2017(1): 46-48.
- LYU P. The analysis of the flood storage in the waste storage area of the Chuhe River basin in 2015[J]. Jianghuai Water Resources Science and Technology, 2017(1): 46-48.
- [9] 朱松泉. 中国淡水鱼类检索表[M]. 南京: 江苏科学技术出版社, 1995.
- ZHU S Q. Synopsis of freshwater fishes of China [M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Publishing House, 1995.
- [10] 伍汉霖, 邵广昭, 赖春福. 拉汉世界鱼类名典[M]. 基隆: 水产出版社, 1999.
- WU H L, SHAO G Z, LAI C F. Latin-Chinese dictionary of fishes names[M]. Jilong: Fisheries Press, 1999.
- [11] 茹辉军, 王海军, 赵伟华, 等. 黄河干流鱼类群落特征及其历史变化[J]. 生物多样性, 2010, 18(2): 169-176.
- RU H J, WANG H J, ZHAO W H, et al. Fishes in the mainstream of the Yellow River: assemblage characteristics and historical changes[J]. Biodiversity Science, 2010, 18(2): 169-176.
- [12] 张晓可, 于道平, 王慧丽, 等. 长江安庆段江豚主要栖息地鱼类群落结构[J]. 生态学报, 2016, 36(7): 1832-1839.
- ZHANG X K, YU D P, WANG H L, et al. Fish community structure in main habitat of the finless porpoise, the Anqing section of Yangtze River[J]. Acta Ecologica Sinica, 2016, 36(7): 1832-1839.
- [13] PINKAS L, OLIPHANT M S, INVERSON I L K. Food habits of albacore, bluefin tuna, and bonito in California waters[M]. California: California Fish Game, 1971, 152: 1-105.
- [14] 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[J]. 生物多样性, 2007, 15(4): 373-381.
- 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.
- [15] SHANNON C E, WEAVER W. The Mathematical theory of communication[M]. Urbana: University of Illinois Press, 1949.
- [16] WILHM J L. Use of biomass units in Shannon's formula[J]. Ecology, 1968, 49(1): 153-156.
- [17] PIELOU E C. Ecological diversity[M]. New York: Wiley, 1975: 1-165.
- [18] 毛志刚, 谷孝鸿, 曾庆飞, 等. 太湖鱼类群落结构及多样性[J]. 生态学杂志, 2011, 30(12): 2836-2842.
- MAO Z G, GU X H, ZENG Q F, et al. Community structure and diversity of fish in Lake Taihu [J]. Chinese Journal of Ecology, 2011, 30(12): 2836-2842.
- [19] 李其芳, 严云志, 储玲, 等. 太湖流域河流鱼类群落的时空分布[J]. 湖泊科学, 2016, 28(6): 1371-1380.
- LI Q F, YAN Y Z, CHU L, et al. Spatial and temporal patterns of stream fish assemblages within Taihu Basin [J]. Journal of Lake Sciences, 2016, 28(6): 1371-1380.
- [20] 刘凯, 段金荣, 许萌霆, 等. 淮河流域国家级水产种质资源保护区冬季渔业群落多样性研究[J]. 安徽农业大学学报, 2015, 42(3): 424-428.
- LIU K, DUAN J R, XU M T, et al. Winter biodiversity of the fishery community in Huaihe *Cyprinus carpio* and *Leiocassis longirostris* national aquatic germplasm resources conservation area [J]. Journal of Anhui Agricultural University, 2015, 42(3): 424-428.
- [21] 刘军, 曹文宣, 常剑波. 长江上游主要河流鱼类多样性与流域特征关系[J]. 吉首大学学报(自然科学版), 2004, 25(1): 42-47.
- LIU J, CAO W X, CHANG J B. The relationship between species diversity of fish and basin characteristics of main rivers in the upper reaches of the Yangtze River[J]. Journal of Jishou University (Natural Science Edition), 2004, 25(1): 42-47.
- [22] 田佳丽, 王银平, 李佩杰, 等. 长江近口段近岸段鱼类群落多样性现状[J]. 上海海洋大学学报, 2021, 30(2): 320-330.
- TIAN J L, WANG Y P, LI P J, et al. Species diversity of fish in the section near the Yangtze river estuary[J]. Journal of Shanghai Ocean University, 2021, 30(2): 320-330.
- [23] CABRAL H N, COSTA M J, SALGADO J P. Does the Tagus estuary fish community reflect environmental changes? [J]. Climate Research, 2001, 18(1/2): 119-126.
- [24] 毛志刚, 谷孝鸿, 龚志军, 等. 洪泽湖鱼类群落结构及其资源变化[J]. 湖泊科学, 2019, 31(4): 1109-1119.
- MAO Z G, GU X H, GONG Z J, et al. The structure of fish community and changes of fishery resources in Lake Hongze [J]. Journal of Lake Sciences, 2019, 31(4): 1109-1119.
- [25] 王银平. 太湖湖鲚种群特征及鱼类种间关系研究[D]. 北京: 中国科学院大学, 2016.
- WANG Y P. Studies on the population feature of *Coilanasustaihuensis* and inter specific relationship among fishes in Lake Taihu [D]. Beijing: University of Chinese Academy of Sciences, 2016.

- [26] 肖俊, 罗永巨. 我国鲫鱼研究进展[J]. 广西水产科技, 2010(4): 12-18.
XIAO J, LUO Y J. Research progress of crucian carp in China [J]. Guangxi Fisheries Science and Technology, 2010(4): 12-18.
- [27] PERGA ME, ARFI R, GERDEAUX D. Seasonal variations in fish $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ in two West African reservoirs, Sélingué and Manantali (Mali): modifications of trophic links in relation to water level[J]. Isotopes in Environmental and Health Studies, 2005, 41(2): 109-123.
- [28] CHADWICK M A. Stream ecology: Structure and function of running waters [J]. Freshwater Biology, 2008, 53(9): 1914-1914.
- [29] LEIRA M, CANTONATI M. Effects of water-level fluctuations on lakes: an annotated bibliography [J]. Hydrobiologia, 2008, 613(1): 171-184.
- [30] 朱仁, 司春, 储玲, 等. 基于栖息地斑块尺度的青弋江河源溪流鱼类群落的时空格局[J]. 水生生物学报, 2015, 39(4): 686-694.
ZHU R, SI C, CHU L, et al. The spatio-temporal distribution of fish population in the head waters of the Qingyi river: a study based on the habitat patches [J]. Acta Hydrobiologica Sinica, 2015, 39(4): 686-694.
- [31] 周兴安, 乔永民, 王赛, 等. 洱海鱼类群落结构特征及其与环境因子关系[J]. 生态学杂志, 2016, 35(6): 1569-1577.
ZHOU X A, QIAO Y M, WANG S, et al. Characteristics of fish assemblages associated with environmental factors in the Lake Erhai[J]. Chinese Journal of Ecology, 2016, 35(6): 1569-1577.
- [32] 曲慧敏, 王蕾, 邱盛尧. 乳山近海渔业资源种类组成及变化[J]. 水产科学, 2017, 36(3): 323-329.
QU H M, WANG L, QIU S Y. Species composition and variation in fishery resources in the coastal Rushan waters [J]. Fisheries Science, 2017, 36(3): 323-329.
- [33] 何光喜, 张峻德, 刘其根, 等. 基于单层刺网渔获物的千岛湖鱼类群落结构初步研究[J]. 水产科技情报, 2011, 38(4): 197-203.
HE G X, ZHANG J D, LIU Q G, et al. Preliminary study on fish community structure in Qiandao Lake based on single-layer gillnets [J]. Fisheries Science & Technology Information, 2011, 38(4): 197-203.
- [34] 王文剑, 储玲, 司春, 等. 秋浦河源国家湿地公园溪流鱼类群落的时空格局[J]. 动物学研究, 2013, 34(4): 417-428.
WANG W J, CHU L, SI C, et al. Spatial and temporal patterns of stream fish assemblages in the Qiupu Headwaters National Wetland Park [J]. Zoological Research, 2013, 34(4): 417-428.
- [35] 陆健健. 河口生态学[M]. 北京: 海洋出版社, 2003.
LU J J. Estuary ecology [M]. Beijing: China Ocean Press, 2003.
- [36] 王桂华. 水利工程对长江中下游江段鱼类生境的影响研究[D]. 南京: 河海大学, 2008.
WANG G H. Study on the impact of water conservancy projects on fish habitat in the middle and lower reaches of the Yangtze River [D]. Nanjing: Hohai University, 2008.
- [37] 林鹏程, 高欣, 刘春池, 等. 葛洲坝上下游江段鱼类时空分布特征研究[J]. 长江流域资源与环境, 2011, 20(9): 1047-1053.
LIN P C, GAO X, LIU C C, et al. Hydroacoustic surveys on temporal and spatial distribution of fishes in the upper and lower reaches of the Gezhouba Dam [J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2011, 20(9): 1047-1053.
- [38] 李捷, 李新辉, 贾晓平, 等. 连江鱼类群落多样性及其与环境因子的关系[J]. 生态学报, 2012, 32(18): 5795-5805.
LI J, LI X H, JIA X P, et al. Relationship between fish community diversity and environmental factors in the Lianjiang River, Guangdong, China [J]. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(18): 5795-5805.

Spatial and temporal patterns of fish assemblages in Chuhe River between Xianghe estuary and Macha River

WANG Yinping¹, LIU Silei¹, YANG Yanping¹, HU Minqi^{1,2}, LIU Yan¹, LIU Kai^{1,2}

(1. Scientific Observing and Experimental Station of Fishery Resources and Environment in the Lower Reaches of the Yangtze River, Ministry of Agriculture, Freshwater Fisheries Research Center, CAFS, Wuxi 214081, Jiangsu, China; 2. National Demonstration Center for Experimental Fisheries Science Education, Shanghai Ocean University, Shanghai 201306, China)

Abstract: Mastering the distribution of species composition and their abundance of fishes is basic for the conservation and management of fish diversity. Based on the data collected from Chuhe River in December 2015 and May 2016, we examined how the fish assemblages vary spatially and seasonally in this study area. A total of 4 798 individuals representing 45 species were collected, a total of 45 fish species belonging to 37 genera, 13 families, and 6 orders were collected during the investigation, with cyprinids accounting for 55.56% of the collected species. One-way ANOVA indicated that there were no significant seasonal differences in fish diversity, however, notable differences in fish diversity were observed among sampling sites. *Carassius auratus*, *Cyprinus carpio*, *Abbottina rivularis*, *Pseudobagrus fulvidraco*, and *Pseudobrama simoni*, were the dominant species. Omnivorous and detritivore fish species were the most frequent of the four feeding functional groups, which account for 63.04% of the total, and sedentary fish species (89.13%) were the most frequent of the three ecological groups, whereas demersal fishes (45.65%) were the most frequent of the three habitat types. Large commercial fishes account for a very small percentage of the whole fishes and the relative importance index (IRI) value is low. Analysis of species richness and diversity indicated that the fish diversity of the downstream of Chuhe River was low, with great spatial variation. The species richness and diversity of the upstream of Chuhe River was high, while the fish species in Qinliu River and Lai'an River take the second place. Fish species were similar between two seasons, and fish assemblage structures showed no significant difference between seasons. Variations among different reaches were observed for both fish species diversity and assemblage structures. Generally, the downstream of the river had relatively lower species diversity, while those in the upstream were relatively higher. Obviously fish community overlaps, hardly any separation were observed between seasons, when the spatial variations in fish assemblages among sections were considered, fish assemblage structures, not species diversity, showed significantly variation. Fish assemblage structures variation were mainly due to the spatial distribution of some dominant fishes, such as *Carassius auratus*, *Cyprinus carpio*, *Abbottina rivularis* and *Pseudobagrus fulvidraco*.

Key words: Chuhe River; community structure; ecological group; feeding functional group