

# 饶河干流浮游动物时空分布特征及水质综合评价

张洁<sup>1</sup>, 潜小兰<sup>2</sup>, 张力薇<sup>1</sup>, 计勇<sup>1,3</sup>

(1.南昌工程学院水利与生态工程学院,江西 南昌 330099;2.靖安县水务局,江西 靖安 330600;  
3.南昌大学鄱阳湖环境与资源利用教育部重点实验室,江西 南昌 330029)

**摘要:** 在饶河干流设置 17 个断面监测点对该流域浮游动物的时空分布进行调查与分析,并利用 Margalef 多样性指数与 Shannon-Weaver 生物多样性指标对水质进行综合评价。结果表明:饶河干流浮游动物有 4 类 50 种;种类最多的是轮虫,共 10 科 15 属 31 种,占 62%;枝角类的种类较少,为 5 科 6 属 7 种,占 14%;桡足类 6 科 7 属 7 种,占 14%;原生动物种类较为匮乏,为 4 科 4 属 5 种,占 10%。时间分布上,浮游动物丰度丰水期大于枯水期,密度变动范围为 54~405 ind/L。结合浮游动物丰度与水质指标进行相关分析,结果表明,浮游动物的分布情况与水体水质特征关系密切相关;经分析饶河干流水质综合评价为中度污染至较重污染状态。

**关键词:** 饶河;浮游动物;生物多样性;水质评价

中图分类号:X171.1

文献标识码:A

文章编号:1004-874X(2013)17-0164-04

## Space-time distribution characteristics of zooplankton and water quality assessment for Raohe river

ZHANG Jie<sup>1</sup>, QIAN Xiao-lan<sup>2</sup>, ZHANG Li-wei<sup>1</sup>, JI Yong<sup>1,3</sup>

(1.College of Hydraulic and Ecological Engineering, Nanchang Institute of Technology, Nanchang 330099, China;  
2. Jingan County Water Conservancy Bureau, Jingan 330600 China; 3. Key Lab of Lake Ecology and Bio-resource Utilization of Poyang Lake, Ministry of Education, Nanchang University, Nanchang 330029, China)

**Abstract:** Seventeen monitoring sections were set up in main stream of Raohe river to investigate and analyze the temporal and spatial distribution of zooplankton. Using Margalef diversity index and Shannon-Weaver biodiversity index evaluated the water quality. The results showed that there were 54 species of zooplankton in the main stream of Raohe river. The rotifers (31 species) were the predominate, which account for 62%; the cladocerans, copepods and zooplankton protozoa species accounted for 14%, 14%, 10% respectively. The least was the zooplankton protozoa, which was only 5 species. Temporal distribution of zooplankton abundance on had season was greater than dry season, the density range was 54~405 ind/L. Combined with the zooplankton abundance and water quality index correlation analysis, results showed that the distribution of zooplankton closely and associated with water characteristics, and the water in Raohe river was seriously polluted.

**Key words:** Raohe river; zooplankton; biological diversity; water quality assessment

饶河,又名鄱江,由南北两大支流汇合而成。南支发源于婺源县怀玉山区,名乐安河,全长 279 km,流经德兴、乐平、万年至波阳县,流域面积 8 989 km<sup>2</sup>;北支发源于安徽祁门,名昌江,全长 250 km,经景德镇至波阳县,流域面积 6 220 km<sup>2</sup>。南北两支在波阳县饶公渡汇合后称饶河和鄱江,再分为主流和黄沙港二支分别入鄱阳湖。汛期鄱阳湖水往往漫至饶公渡以上,乐安河与昌江未及汇合便分别各自入鄱阳湖。由于饶河流经了我国有名的矿山集中区,矿山大量的重金属污染物输入饶河,使得饶河生态环境遭到了严重的威胁,饶河的水质问题日益突出,引起了人们的广泛关注,做好饶河的生态安全监测工作对生态环境保护有着重要的意义。浮游生物是河流中生态系

统有机体、新陈代谢、物质循环不可或缺的部分。在水体中,浮游动物是较为敏感的指示生物,其种类、组成和生物量的变化能够反映水体的污染程度,因此浮游动物监测评价对于水环境有着重要的作用和价值。通过对饶河各个监测点的调查取样研究,分析饶河枯水期、丰水期浮游动物时空分布变化特征,结合水体中氮磷等元素的分析,对饶河水环境进行综合评价,为饶河干流水质分析提供依据。

### 1 材料与方法

#### 1.1 采样时间与地点

沿饶河干流从下游至中游共设定了 17 个采样点,在丰水期和枯水期两个时段分别采样,分析研究结果如图 1 及表 1 所示。

#### 1.2 样品采集

定性采用 25 号(网孔直径 64 μm)浮游生物网在水下 0.5 m 按“∞”字形途径缓慢拖网,定量采用 13#(网孔直径 113 μm)浮游生物网过滤浓缩 20 L 水样,现场加 5%福尔马林固定,带回实验室若干次全部计数<sup>[2-3]</sup>。浮游生物的鉴定参照文献[4-8]。

#### 1.3 分析方法

收稿日期:2013-05-20

基金项目:国家自然科学基金(51209115);江西省自然科学基金(20122BAB213019);江西省对外科技合作项目(20122BDH80025);江西省科技支撑计划项目(20123BBG70196);鄱阳湖环境与资源利用教育部重点实验室开放基金(13005874)

作者简介:张洁(1980-),女,在读博士生,讲师,E-mail:2005992404@nit.edu.cn

通讯作者:计勇(1979-),男,博士,副教授,E-mail:Jiyong@nit.edu.cn



图 1 饶河采样点分布

表 1 饶河水质监测站点

序号	断面名称	站/断面地址		经度(E)	纬度(N)	pH 值	水流	周围环境概况
		所在市县	所在乡镇、村					
1	石镇镇	万年县	石镇街水文站	116.963	28.857	6.6	缓慢	工业园区,采沙船
2	镇桥镇	乐平市	镇桥镇	117.031	28.892	6.3	缓慢	有排污口
3	乐港镇	乐平市	乐平镇汪里村	117.104	28.949	6.8	缓慢	村庄
4	接渡镇	乐平市	接渡镇	117.168	28.945	6.5	缓慢	采沙船,农村
5	浯口	乐平市	浯口	117.207	28.971	7	缓	马路,农村
6	洛口	乐平市	上南岸村	117.421	28.657	7.4	缓	农村
7	香屯	德兴市	香屯镇	117.562	28.932	6.8	缓	农村
8	泊水	德兴市	银城三村	117.601	28.936	7.6	较急	城镇
9	泗洲	德兴市	泗洲镇	117.732	29.071	7.9	缓慢	农村
10	海口	德兴市	海口镇	117.808	29.105	7.5	缓慢	农村
11	婺源	婺源县	江湾镇	117.859	29.242	7.4	较缓	农村,马路
12	汪口	婺源县	汪口	117.086	29.365	7.5	缓慢	农村
13	樟树坑	浮梁县	樟树坑水文站	117.232	29.414	8.6	较缓	农村
14	浮梁	浮梁县	洪源镇	117.201	29.354	7.7	较快	马路,城镇
15	渡峰坑	昌江区	渡峰坑水文站	117.191	29.267	7.8	缓慢	农村
16	鲇鱼山	昌江区	鲇鱼山镇	117.088	29.212	7.1	缓慢	农村
17	凰岗镇	鄱阳县	凰岗镇	117.001	29.152	7.3	缓慢	农村

多, 桡足类检出较少。常见的种类有剪形臂尾轮虫 (*Brachionus forficula*)、矩形臂尾轮虫 (*B. Leydigi*)、四角平甲轮虫 (*Platylas quadricornis*)、月形腔轮虫 (*Lecane. Luna*)、囊形单趾轮虫 (*M. Bulla*)、矩形龟甲轮虫 (*Keratella. Quzdrata*)、矩形龟甲轮虫 (*Keratella. Quzdrata*)、双态拟裸腹蚤 (*Moinodaphnia macleayii*)、短刺近剑水蚤 (*Tropocyclops brevispinus*)、瓶砂壳虫 (*D. Urceolata*)。枝角类出现在夏季, 常见种为长额象鼻蚤 (*Boimina longirostris*)。浮游动物的生物受水温影响较大, 臂尾轮属、腔轮属等种类集中分布于热带和亚热带地区, 并占据了该

浮游动物在显微镜下 100~400 倍光镜下进行镜检, 根据浓缩倍数计算细胞密度。

1.3.1 水质分析 水温、pH、溶解氧由 YSI6600 型多参数水质监测仪现场测定, 透明度采用萨氏盘法进行测定, 总氮、总磷、氨氮、硝态氮、高锰酸盐指数则参照《水和废水监测分析方法》<sup>[9]</sup>测定, 叶绿素 a 采用 bbe Fluoroprobe 藻类分析仪测定, 水中无机阴离子(硝酸根、磷酸根)采用离子色谱法测定。

1.3.2 数据分析 图形信息采集用 CorelDRAW12 软件处理, 化学数据及生物数据采用 SPSS11.5 及 Excel2003 等软件进行统计分析, 利用 Origin7.5 软件作图。

## 2 结果与分析

### 2.1 浮游动物种类分析

研究期间共检出后生浮游动物 54 种, 其中轮虫的种类在四类浮游动物中最为丰富, 有 10 科 15 属 31 种, 占 62%; 枝角类的种类较少, 为 5 科 6 属 7 种, 占 14%; 桡足类 6 科 7 属 7 种, 占 14%; 原生动物种类较为匮乏, 有 4 科 4 属 5 种, 占 10%。晶囊轮虫 (*Asplanchnasp*) 是浮游动物轮虫中的优势种, 原生动物的优势种为沙壳虫属的种类, 桡足类以剑水蚤 (*Mesocyclops leuckarti*) 为主, 普遍存在。

饶河干流中浮游动物以臂尾轮属、须足轮属检出较

地区轮虫种类组成的绝大部分。

轮虫由于个体小, 发育时间快, 生命周期短, 能迅速反应环境变化, 因此成为水体中的优势类群。在饶河干流各个监测点中常见、萼花臂尾轮虫、壶状臂尾轮虫、异尾轮虫、龟甲轮虫和晶囊轮虫等, 这些轮虫基本上被认为是喜富营养化条件下生长的种类。

### 2.2 浮游动物时空分布

从图 2 可以看出, 饶河中下游浮游动物密度变动范围为 56~405 ind/L, 平均 135 ind/L, 其中丰水期轮虫、枝角类、桡足类与原生动物密度分别为 103、22、43、17 ind/L,

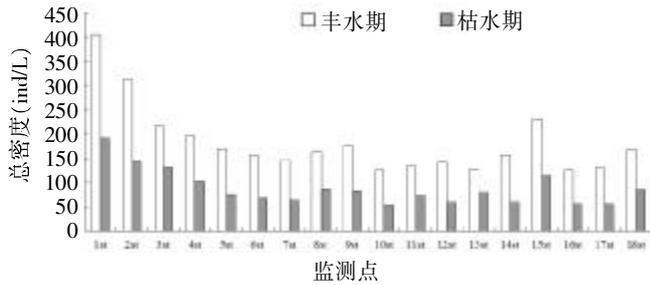


图2 浮游动物时空分布变化

分别占浮游动物密度的 56.4%、11.9%、23.4%、8.3%；枯水期轮虫、枝角类、桡足类与原生动物密度分别为 54、5、19、10 ind/L，分别占浮游动物密度的 62.8%、5.3%、21.3%、10.5%。浮游动物生物量为 0.11~0.81 mg/L，年均 0.27 mg/L，其中轮虫、枝角类、桡足类分别占浮游动物生物量的 25.2%、23.6%、49.3%。最大值出现在 1 号监测点石镇镇，轮虫、枝角类、桡足类与原生动物密度平均值分别为 268、33、79、25 ind/L，最小值出现在 10 号监测点海口，轮虫、枝角类、桡足类与原生动物密度平均值分别为 36、4、11、3 ind/L。从生物量看，研究区测得的浮游动物生物量范围为 0.25~1.41 mg/L，丰水期平均 0.37 mg/L，枯水期平均为 0.18 mg/L。

从时间上来说，干流内浮游动物在丰水期和枯水期都有较大差别，生物密度丰水期(夏季)>枯水期(冬季)，以枝角类最为明显。夏季水温较高，光照强、水温升高时，藻类会大量繁殖，为浮游动物提供了充足的饵料。25℃左

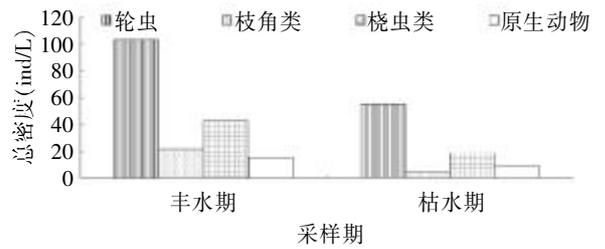


图3 饶河各类浮游动物密度季节变化

右的水温适宜浮游动物的生长，造成了浮游动物的大量繁殖。

分别计算饶河干流各监测断面的 Margalef 多样性指数(D)与 Shannon-Weaver 生物多样性指标(H), Margalef 指数值 D 越大,水质越清洁。D 值>3 为清洁水质, 2< D 值<3 时,为轻度污染水质, 1< D 值<2 时,为中度污染水质, 0< D 值<1 时,为重度污染水质。Shannon-Wiener 物种多样性指数 H 下降, 指数值越低, 说明水质污染程度越高。Shannon-Wiener 物种多样性指数在 0~1 为重度污染, 1~3 为中污染,其中 1~2 为 α-中污, 2~3 为 β-中污, >3 为清洁水体<sup>[9]</sup>。

结果表明 D 值介于 1.42~2.15 之间, H 值介于 1.28~1.84, 饶河各监测点的 D 值及 H 值相差不大, 评价结果表明各监测断面水质处于中度污染至较重污染状态。

### 2.3 水质分布特征

饶河各监测断面理化指标如表 2 所示。

依据 GB3838-2002《地表水环境质量标准》对现场水

表2 饶河水质理化指标监测情况

序号	断面名称	pH 值	盐度 (ppm)	溶氧量 (mg/L)	叶绿素 a (mg/m3)	总氮 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	硝态氮 (mg/L)	总磷 (mg/L)	COD (mg/L)
1	石镇镇	6.6	194	15.3	2.80	7.05	1.18	1.25	0.83	36.00
2	镇桥镇	6.3	286	14.4	9.74	6.30	2.06	1.68	0.71	28.59
3	乐港镇	6.8	205	12.9	0.48	6.63	0.71	0.98	1.70	19.70
4	接渡镇	6.5	156	14	2.49	4.16	0.35	0.62	0.03	14.89
5	浯口	7	154	7.1	3.19	4.79	0.33	0.58	0.00	13.04
6	浚口	7.4	192	9.8	7.52	4.18	0.37	0.61	0.02	27.11
7	香屯	6.8	164	7.9	1.91	2.59	0.39	0.84	0.00	5.26
8	泊水	7.6	109	7.3	1.54	5.72	0.26	0.64	0.01	8.59
9	泗洲	7.9	55.7	8	0.01	3.38	0.28	0.55	0.01	23.04
10	海口	7.5	52.2	6.5	4.82	4.24	0.30	0.71	0.01	5.26
11	婺源	7.4	24.3	7.8	2.12	4.50	0.30	0.59	0.01	22.67
12	汪口	7.5	64.1	9	0.86	1.78	0.02	0.44	0.01	1.33
13	樟树坑	8.6	42.3	10.2	0.38	3.29	0.09	0.21	0.01	15.63
14	浮梁	7.7	27.6	7.7	0.74	3.38	0.45	0.84	0.00	20.07
15	渡峰坑	7.8	38.7	7.8	9.68	4.51	1.73	1.42	0.07	12.67
16	鲇鱼山	7.1	46.7	7.1	6.25	4.41	0.48	0.95	0.11	18.96
17	凰岗镇	7.3	37.7	6	4.45	2.17	0.91	1.33	0.03	14.15

质的理化参数进行评价。饶河各监测断面的各指标中：COD 浓度镇桥镇、浚口、泗洲、婺源、浮梁 5 个监测断面超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III 类标准, 石镇镇超过 IV 类标准; 总磷除了石镇镇、镇桥镇、乐港镇 3 个断面超过《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) V 类标准外, 其余断面浓度较低绝大多数断面的总磷浓度低于 I

类标准; 饶河干流各监测断面总氮浓度超标严重, 几乎所有断面浓度都超过 V 类标准。从水质理化指标来看饶河干流上游水质好于下游。

用卡尔森(Carlson)营养评价指数 TSI(Chla)、TSI(TP)与 TSI(TN)来评价饶河中下游的水质状况。经计算各监测断面的 TSI(Chla)值范围在 14.38~49.72, TSI(TP)范围在 3.44~

