

袁河浮游藻类群落结构与水质评价

胡方凡^{1,2}, 王毛兰^{1,2}, 周文斌^{1,2}

(1. 南昌大学鄱阳湖湖泊生态与生物资源利用教育部重点实验室, 江西 南昌 330029;

2. 南昌大学环境与化学工程学院, 江西 南昌 330031)

摘要: 为研究袁河浮游藻类群落结构及其水质状况, 于2010年3月(枯水期)及6月(丰水期)在袁河进行采样分析。2次调查共观察到浮游藻类6门45属89种。藻类细胞密度变化范围为 $1.79 \times 10^4 \sim 40 \times 10^4$ 个/L; 生物量变化范围为0.0188 ~ 2.2816 mg/L。采用指示生物法和生物多样性指数法对水环境进行评价, 评价结果表明袁河水质处于轻度或中度污染。

关键词: 袁河; 浮游藻类; 群落结构; 水质评价

中图分类号: X824 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2011)01-0027-07

袁河是赣江中下游的一条一级支流, 发源于江西萍乡市麻田乡武功山脉西麓, 河源位于东经114°11', 北纬27°29', 自西南向东北流经萍乡、宜春、分宜、新余以及樟树部分地区, 至樟树市张家山镇荷湖馆注入赣江。河口位于东经115°29', 北纬28°04'。该河全长231 km, 流域面积9 954.73 km² (皮小军等, 2006)。环境监测部门对其理化指标进行常年监测, 但对该地生物群落结构尚未有过研究。在水环境的水质评价中, 理化监测对许多化合物和潜在的污染物所产生的协同效应或慢性毒性效应无法测出, 而浮游藻类是水体中重要的水生生物资源, 其生长周期短, 对环境变化敏感, 可以客观反映出水体的变化规律(邓义祥等, 1998)。因此, 需要理化监测结合浮游藻类监测综合评价袁河水质。

本研究于2010年3月和6月对袁河17个断面的浮游藻类群落结构和分布特征进行分析, 同时对水环境因子进行监测, 对整个河段的水质状况进行综合评价, 以期对袁河的治理和保护提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 采样点设置

为了研究袁河的水质, 根据河流的具体情况, 共设置17个采样断面, 即龙王潭、芦溪、宣风、棚下、西

村、宜春自来水厂、下浦、洋江、水库入口、江口、湖心岛、会仙台、二化、浮桥、罗坊、陵下和荷湖馆, 依次编号为1~17号, 如图1所示。在每个断面的左中右3点分别进行样品采集。

1.2 水质因子测定

现场用HANNA HI 9828多参数防水型水质测定仪测定水面下0.5 m处的pH、水温(WT)、溶解氧(DO), 用叶绿素a测定仪测定水面下0.5 m处的叶绿素a含量(Chl. a); 并用深水采样器在水面下0.5 m处采集水样, 取500 mL混合水样装入聚乙烯塑料瓶中。水样采集后冷冻保存, 带回实验室采用碱性过硫酸钾法测定总氮(TN)和总磷(TP), 具体分析依据《水和废水监测分析方法》(国家环境保护总局编委会, 2002)。

1.3 藻类样品的采集、处理与分析

1.3.1 定性样品 用25号浮游生物采集网(网目为0.064 mm)采集, 其方法是在水面和0.5 m深的水层之间, 以20~30 cm/s的速度, 作“∞”形巡回缓慢拖曳3~5 min。将采集的样品加入鲁哥氏液固定, 样品瓶上贴上标签, 并做好各项记录(金相灿等, 1990)。每个样品取2滴水样做成2张临时装片, 采用全水量观察法, 用奥林巴斯BX41显微镜观察鉴定(周凤霞等, 2005; 胡鸿钧等, 2006), 浮游藻类鉴定到种(未鉴定到种的按一个种计)。

1.3.2 定量样品 在布设断面的左中右进行采集, 取混合水样1 000 mL, 用鲁哥氏液固定。摇匀倾入量杯中, 室内静置48 h, 静置后用虹吸管缓慢在水面以下吸去多余水样, 浓缩至30 mL。充分摇匀后, 用定量吸管取0.1 mL注入计数框内在镜下计数。每个样品数2片, 取其平均值。由于浮游藻类的比重

收稿日期: 2010-07-01 收修改稿日期: 2010-12-25

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2008ZX07526-008-03); 江西省教育厅科技项目[赣教技字(GJJ09439)号]资助。

作者简介: 胡方凡, 1987年生, 女, 在读硕士研究生, 主要从事水污染控制及资源化技术的研究。E-mail: fangfan0227@163.com

接近于1,故可以直接由浮游藻类的体积换算为生物量(湿重),即生物量为浮游藻类的数量乘以各自

的平均体积,单位为 mg/L,单细胞的生物量主要根据浮游藻类个体形状测量得到(金相灿等,1990)。

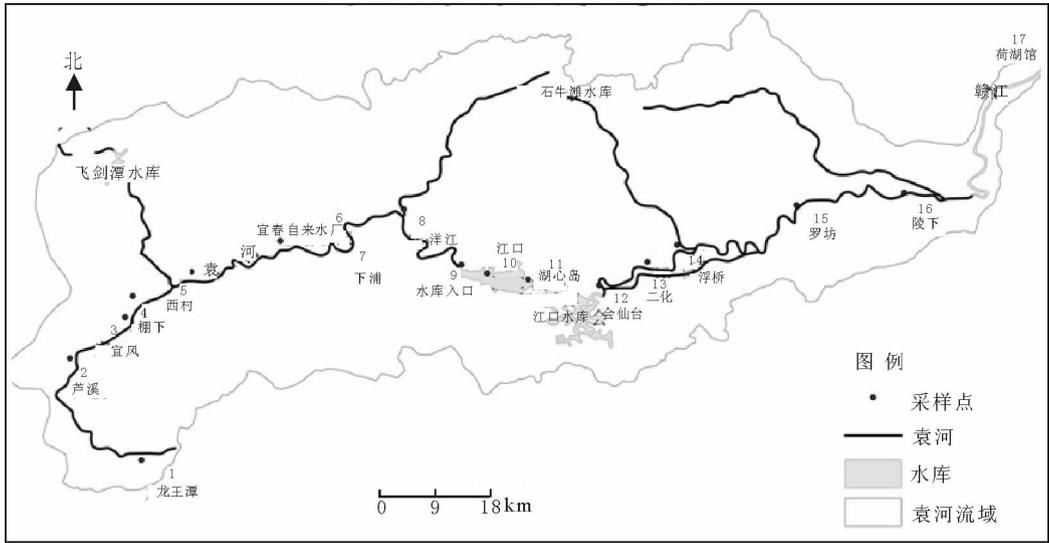


图1 袁河采样断面示意

Fig. 1 Locations of the sampling sections in Yuanhe River

1.4 水质的评价方法

水质评价采用指示生物法和生物多样性指数法。

1.4.1 Margalef 多样性指数 Margalef 多样性指数计算公式为:

$$d = \frac{S-1}{\ln N}$$

式中: S 为样点中藻类种类数; N 为样点中藻类个体数。根据评价标准, d 值大于 3 为清洁水质, d 值为 2~3 时为轻度污染水质, d 值为 1~2 时为中度污染水质, d 值为 0~1 为重度污染水质(周谐等, 2006)。

1.4.2 Shannon-Wiener 多样性指数 Shannon-Wiener 多样性指数计算公式为:

$$D = -\sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

式中: s 为样点中藻类的种类数; n_i 为样点第 i 种藻类个体数; N 为样点中的藻类总个体数。根据评价标准, D 值大于 3 时为清洁水质, D 值为 2~3 时为轻度污染水质, D 值为 1~2 时为中度污染水质, D 值为 0~1 时为重度污染水质(周谐等, 2006)。

2 结果与分析

2.1 水环境因子的变化

2.1.1 水温、pH 和溶解氧 3 月是袁河流域枯水期, 水量较小, 水温较低, 调查期间水温变化范围为 11.11~16.26℃, 平均值为 14.03℃, 且各断面水温

相差较小。调查期间 pH 变化范围较小, 为 7.03~8.78, 平均值为 7.70, 最低值出现在棚下, 最高值出现在会仙台。调查期间溶解氧变化范围较大, 为 3.82~8.78 mg/L, 最低值出现在罗坊, 最高值出现在会仙台(图 2a)。

6 月是袁河流域的丰水期, 水量较大, 水温较高, 调查期间水温变化范围为 19.58~29.11℃, 平均值为 24.57℃, 且各断面水温相差较小。调查期间 pH 变化范围较小, 为 7.21~9.27, 平均值为 7.96, 最低值出现在龙王潭, 最高值出现在会仙台。调查期间溶解氧(DO)变化范围较大, 为 4.10~9.00 mg/L, 最低值出现在二化, 最高值出现在湖心岛(图 2a)。

2.1.2 营养盐浓度 在枯水期, 袁河总氮变化范围为 0.49~4.99 mg/L, 最低值出现在芦溪断面, 最高值出现在荷湖馆断面(图 2b)。各断面总氮浓度变化较大, 如芦溪断面总氮浓度位于国家地表水环境质量标准中 I 类和 II 类水质标准之间(0.2~0.5 mg/L), 而荷湖馆断面超过了 V 类水质标准(2.0 mg/L)。龙王潭和自来水厂断面是饮用水水源地, 水质较好, 达到 III 类水质标准(1.0 mg/L)。宜风至会仙台断面, 总氮浓度位于 III 类和 IV 类水质标准之间(1.5~2.0 mg/L), 从二化断面开始, 水质明显恶化, 超过 V 类水质标准(2.0 mg/L)。

在丰水期, 袁河总氮变化范围为 0.34~2.71 mg/L, 最低值出现在芦溪断面, 最高值出现在

宣风断面(图2b)。比较而言,丰水期总氮浓度低于枯水期。

在枯水期,袁河总磷变化范围为 0.019 ~ 0.15 mg/L,最低值出现在龙王潭断面,最高值出现在宣风断面(图2c)。大部分断面总磷浓度位于 I 类和 II 类水质标准之间(0.02 ~ 0.1 mg/L),仅宣风、罗坊和陵下断面总磷浓度位于 II 类和 III 类水质标准之间(0.1 ~ 0.2 mg/L)。较总氮浓度而言,水体中总磷浓度低得多。

在丰水期,袁河总磷变化范围为 0.026 ~ 0.35 mg/L,最低值出现在芦溪断面,最高值出现在荷湖馆断面(图2c)。总体而言,丰水期总磷浓度高

于枯水期。

总氮和总磷沿河程变化趋势相近,在上游浓度较低,下游较高,在饮用水水源地较低。

2.1.3 叶绿素 a 浓度 在枯水期,袁河叶绿素 a 浓度变化范围为 0.105 ~ 2.609 $\mu\text{g/L}$,最低值出现在自来水厂断面,最高值出现在会仙台断面(图2d)。在丰水期,袁河叶绿素 a 浓度变化范围为 0.070 ~ 3.265 $\mu\text{g/L}$,最低值出现在龙王潭断面,最高值出现在江口断面(图2d)。各采样断面叶绿素 a 浓度均较低,大部分断面叶绿素 a 浓度低于 0.5 $\mu\text{g/L}$,从江口断面开始,叶绿素 a 浓度明显增大。

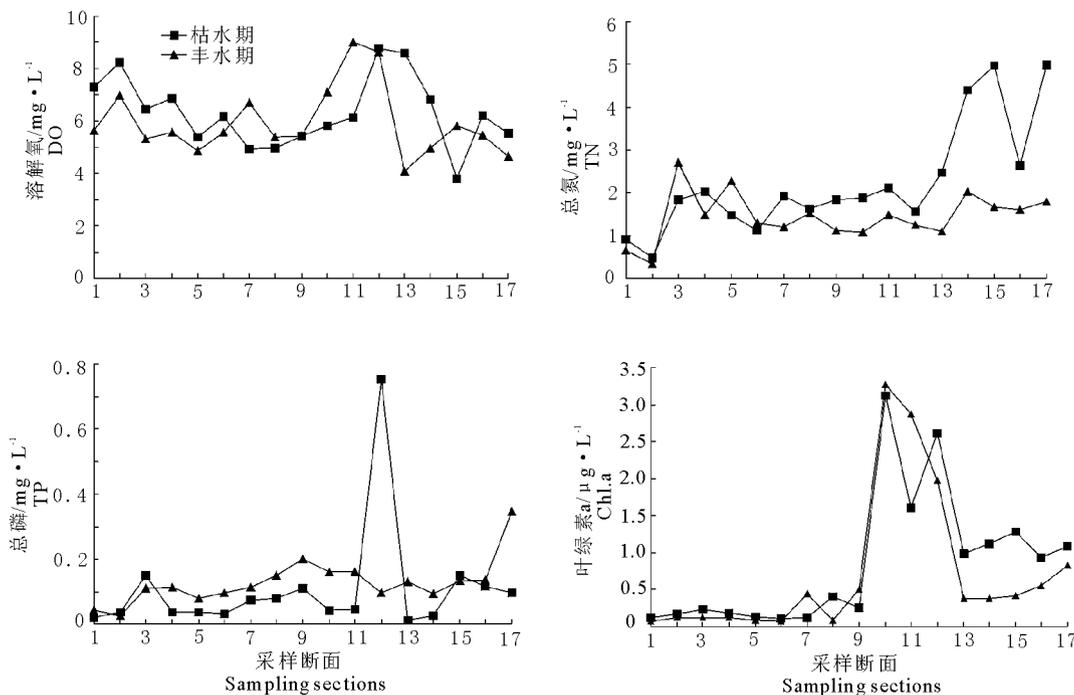


图2 袁河各断面水环境因子的变化

Fig.2 Changes of water environmental factors of every sampling sections in Yuanhe River

2.2 浮游藻类群落结构

2.2.1 浮游藻类种类 浮游藻类种类调查分析结果如表1所示。调查结果表明,17个断面共有浮游藻类6门,45属,89种。其中,绿藻门在种类上占优势,共16属,34种,占总种数的38.20%;次之为硅藻门,有14属,27种,占总种数的30.34%;最少的为甲藻门,仅2属,2种,占总种数的2.25%。

2.2.2 浮游藻类细胞密度和生物量 对2次调查的浮游藻类细胞密度和生物量的数据进行平均,结果如图3所示。

各采样断面的平均藻类密度变化范围为 1.79 $\times 10^4$ ~ 401 $\times 10^4$ 个/L,平均为 71.23 $\times 10^4$ 个/L,以湖心岛断面藻类密度最高,会仙台断面次之,以龙王

表1 袁河浮游藻类种类组成

Tab.1 Species of phytoplankton in Yuanhe River

门	属	种	占总种数比例/%
蓝藻门 Cyanophyta	6	11	12.36
隐藻门 Cryptophyta	2	3	3.37
硅藻门 Bacillariophyceae	14	27	30.34
裸藻门 Euglenophyta	5	12	13.48
甲藻门 Dinoflagellata	2	2	2.25
绿藻门 Chlorophyta	16	34	38.20
合计	45	89	100.00

潭断面密度最低。各采样断面浮游藻类数量相差较大,最大相差200余倍,从江口断面开始,浮游藻类数量显著增大,与叶绿素 a 浓度变化趋势大体一致。

枯水期各采样断面的藻类密度变化范围为

$2.49 \times 10^4 \sim 532 \times 10^4$ 个/L, 平均为 55.35×10^4 个/L, 以会仙台断面藻类密度最高, 湖心岛断面次之, 以龙王潭断面密度最低。

丰水期各采样断面的藻类密度变化范围为 $1.08 \times 10^4 \sim 708 \times 10^4$ 个/L, 平均为 87.27×10^4 个/L, 以湖心岛断面藻类密度最高, 江口断面次之, 以龙王潭断面密度最低。

各采样断面的平均生物量变化范围为 0.0188 ~ 2.2816 mg/L, 平均为 0.4230 mg/L。以湖心岛断面生物量最高, 会仙台断面次之, 以龙王潭断面生物量最低。各采样断面藻类细胞密度和生物量的变化

趋势总体上一致。然而, 并非数量上占优势的藻类在生物量上也占优势, 是因为生物量除了与数量有关外, 还与细胞大小有关。

枯水期各采样断面的生物量变化范围为 0.0168 ~ 2.9183 mg/L, 平均为 0.2968 mg/L。以会仙台断面生物量最高, 湖心岛断面次之, 以龙王潭断面生物量最低。

丰水期各采样断面的生物量变化范围为 0.0207 ~ 4.2444 mg/L, 平均为 0.5492 mg/L。以湖心岛断面生物量最高, 江口断面次之, 以龙王潭断面生物量最低。

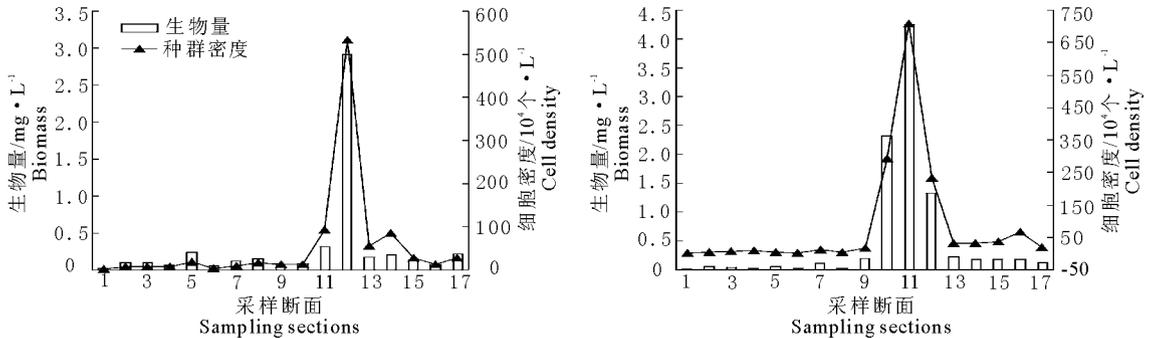


图3 袁河各断面浮游藻类细胞密度和生物量变化

Fig. 3 Changes of cell density and biomass of phytoplankton of every sampling sections in Yuanhe River

2.2.3 枯水期与丰水期群落结构对比 袁河枯水期生物种类数量及生物量要低于丰水期。枯水期共鉴定有6门38属67种。其中, 硅藻门14属27种, 绿藻门11属19种, 蓝藻门6属9种, 裸藻门3属7种, 隐藻门2属3种, 甲藻门2属2种。丰水期共鉴定有6门39属78种。其中, 绿藻门16属32种, 硅藻门10属21种, 蓝藻门5属10种, 裸藻门4属10种, 隐藻门2属3种, 甲藻门2属2种。

在枯水期, 对于大部分的采样断面, 硅藻的数量比其它藻类大, 且占绝对优势, 为 8.12×10^4 个/L, 占总数的 61.65%; 次之为绿藻门, 为 2.40×10^4 个/L, 占总数的 18.19%; 最少的为甲藻门为 0.078×10^4 个/L, 占总数的 0.60%。湖心岛、会仙台、二化和浮桥断面, 绿藻门的数量占优势, 为 81.16×10^4 个/L, 占总数的 42.31%, 次之为蓝藻门, 为 63.92×10^4 个/L, 占总数的 33.33%, 最少的为裸藻门为 0.67×10^4 个/L, 占总数的 0.35%。

在丰水期, 龙王潭断面至水库入口断面(除棚下断面外), 硅藻的数量比其它藻类大, 且占绝对优势, 为 4.36×10^4 个/L, 占总数的 64.36%; 次之为绿藻门, 为 1.44×10^4 个/L, 占总数的 21.21%; 最少的为甲藻门为 0.0078×10^4 个/L, 占总数的 0.11%。江口断面至荷湖馆断面及棚下断面, 蓝藻门的数量

占优势, 为 75.83×10^4 个/L, 占总数的 47.75%; 次之为隐藻门, 为 46.77×10^4 个/L, 占总数的 29.45%; 最少的为甲藻门为 0.24×10^4 个/L, 占总数的 0.15%。

在枯水期, 对于大部分的采样断面(除会仙台和二化外), 硅藻的生物量比其它藻类大, 且占绝对优势, 为 0.0951 mg/L, 占总生物量的 73.06%; 次之为隐藻门, 为 0.0194 mg/L, 占总生物量的 14.91%; 最少的为蓝藻门, 为 0.0005 mg/L, 占总生物量的 0.39%。会仙台和二化断面, 甲藻的生物量占绝对优势, 为 0.9349 mg/L, 占总生物量的 60.44%, 次之为隐藻门, 为 0.2855 mg/L, 占总生物量的 18.46%, 最少的为蓝藻门, 为 0.0236 mg/L, 占总生物量的 1.52%。

在丰水期, 龙王潭断面至水库入口断面, 以及陵下断面, 硅藻的生物量比其它藻类大, 且占绝对优势, 为 0.0491 mg/L, 占总生物量的 67.21%; 次之为隐藻门, 为 0.0114 mg/L, 占总生物量的 15.89%; 最少的为蓝藻门, 为 0.0004 mg/L, 占总生物量的 0.58%。江口断面至荷湖馆断面(除陵下断面外), 隐藻的生物量占绝对优势, 为 0.9468 mg/L, 占总生物量的 77.00%; 次之为硅藻门, 为 0.1574 mg/L, 占总生物量的 12.80%; 最少的为蓝藻门, 为

0.0085 mg/L, 占总生物量的 0.69%。

2.3 水质评价结果

2.3.1 指示生物法评价结果 袁河有指示各种水质的典型藻类(福迪 B,1980)共 28 种,如表 2 所示。其中有极常出现在多污带水体的指示藻类 3 种;极常出现在 α -中污带水体的指示藻类 4 种,其中包括 2 种极常同时在多污带出现的种类和 1 种极常同时在 β -中污带出现的种类,仅极常出现于 α -中污带水体的指示藻类为 1 种;极常出现于 β -中污带水体的指示藻类有 17 种,其中包括 1 种极常同时在 α -多污带出现的种类和 3 种极常同时在寡污带出现的种类,仅在 α -中污带水体出现的指示藻类为 13 种;在寡污带水体中极常出现的种类有 10

种,其中包括 3 种极常同时在 β -中污带水体中出现的种类,仅在寡污带水体出现的指示藻类为 7 种。

调查结果表明,无论是枯水期还是丰水期,各采样断面中作为 β -中污带和寡污带的指示藻类种类最多,这表明所有采样断面的水质状况均为轻度污染。

2.3.2 生物多样性指数法评价结果 各采样断面生物多样性指数计算结果如表 3 所示。从调查结果看,无论是枯水期还是丰水期,袁河各采样断面 Margalef 多样性指数均为 1~3, Shannon-Wiener 多样性指数也均为 1~3,可见各断面水质处于轻或中度污染。2 种指数评价结果基本一致。

表 2 袁河指示藻类及其分布

Tab.2 Pollution-indicating phytoplankton species in Yuanhe River

水体 划带	指示 藻类	采样断面																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
多 污 带	绿色裸藻 <i>Euglena viridis</i>			○	√	√	√	√	√	○	√	△						
	螺旋藻属 <i>Spirulina</i>										△	△	△	△	△	√	√	
	嗜蚀隐藻 <i>Cryptomonas erosa</i>				△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△
α 中 污 带	嗜蚀隐藻 <i>Cryptomonas erosa</i>				△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△
	斜生栅藻 <i>Scenedesmus obliquus</i>				△				△		△	△	△	△	○	△	△	○
	绿色裸藻 <i>Euglena viridis</i>			○	√	√	√	√	√	○	√	△						
β 中 污 带	锐新月藻 <i>Closterium acersum</i>	√																
	鱼腥藻属 <i>Anabeana</i>	√		√				√		√	△	√	○		√		△	
	变异直链藻 <i>Melosira varians</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	√	○	○	○	○
	钝脆杆藻 <i>Fragilaria capucina</i>	○	○	○	○	○	√	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	尖针杆藻 <i>Synedra acus</i>		○	○	○	○	√	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	星杆藻属 <i>Asterionella</i>					√		√		√	√	√		○	√	√	√	
	卵形藻属 <i>Cocconeis</i>	△	○	○	○	○	○	○	○	○	√	△		○	△	√	△	○
	尖头舟形藻 <i>Navicula cuspidate</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	△	○	○	○	○	○
	栅藻属 <i>Scenedesmus</i>		△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	十字藻属 <i>Crucigenia</i>							√	√	△	○	○		△	○	△	△	
	顶棘藻属 <i>Lagerheimiella chodat</i>				△						△				√			△
	四星藻属 <i>Tetrastum</i>													√	√			△
	锐新月藻 <i>Closterium acersum</i>	√																
	鼓藻属 <i>Cosmarium</i>							△	○		△	△	○	○	○	○	△	△
	实球藻属 <i>Pandorina</i>											△		△				
	隐藻属 <i>Cryptomonas</i>		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	尖尾裸藻 <i>Euglena oxyuris</i>										△	○	√	○	√	○	√	△
飞燕角甲藻 <i>Ceratium hirundinella</i>														○				
寡 污 带	小环藻 <i>Cyclotella</i>	√	√	○	○	○	○	○	○	○	√	○	○	○	○	○	○	○
	钝脆杆藻 <i>Fragilaria capucina</i>	○	○	○	○	○	√	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	北方羽纹藻 <i>Pinnularia borealis</i>		○		√	√	√					√				√	√	√
	弓形峨眉藻 <i>Ceratoneis arcus</i>			√													√	
	丝藻属 <i>Ulothrix</i>								△			△	○	○	○	○	○	○
	库津新月藻 <i>Closterium kutzingii</i>													√	○	√	√	○
	鼓藻属 <i>Cosmarium</i>							△	○		△	△	○	○	○	○	△	△
	转板藻属 <i>Mougeotia</i>						△							√	√	√	√	√
	多甲藻属 <i>Peridinium</i>				△						√	△	△	√	○	○	○	○
	飞燕角甲藻 <i>Ceratium hirundinella</i>														○			

注:“√”表示在枯水期出现;“△”表示在丰水期出现;“○”表示在枯水期和丰水期均有出现。

表3 袁河浮游藻类物种多样性指数值及指示水质状况

Tab.3 Water quality and biotic indices of phytoplankton in Yuanhe River

取样断面	枯水期				丰水期			
	<i>d</i> 值	水质状况						
龙王潭	1.38	中度污染	1.77	中度污染	1.51	中度污染	1.57	中度污染
芦溪	1.61	中度污染	1.96	中度污染	1.94	中度污染	1.80	中度污染
宣风	1.68	中度污染	1.91	中度污染	2.41	轻度污染	2.02	轻度污染
棚下	1.76	中度污染	1.96	中度污染	1.14	中度污染	1.00	中度污染
西村	1.81	中度污染	2.10	轻度污染	1.75	中度污染	2.03	轻度污染
自来水厂	1.82	中度污染	2.42	轻度污染	1.40	中度污染	1.99	中度污染
下浦	2.69	轻度污染	2.37	轻度污染	2.13	轻度污染	1.60	中度污染
洋江	2.41	轻度污染	1.90	中度污染	1.70	中度污染	2.25	轻度污染
水库入口	1.96	中度污染	1.75	中度污染	2.50	轻度污染	2.26	轻度污染
江口	1.87	中度污染	1.69	中度污染	2.57	轻度污染	1.93	中度污染
湖心岛	2.26	轻度污染	1.74	中度污染	2.85	轻度污染	1.56	中度污染
会仙台	1.87	中度污染	1.87	中度污染	2.59	轻度污染	2.17	轻度污染
二化	2.12	轻度污染	1.65	中度污染	2.60	轻度污染	2.15	轻度污染
浮桥	2.20	轻度污染	1.53	中度污染	2.84	轻度污染	2.00	轻度污染
罗坊	2.07	轻度污染	1.69	中度污染	2.88	轻度污染	2.08	轻度污染
陵下	2.37	轻度污染	2.27	轻度污染	2.61	轻度污染	1.87	中度污染
荷湖馆	2.55	轻度污染	2.12	轻度污染	2.86	轻度污染	2.30	轻度污染

3 讨论

3.1 袁河水质评价

氮和磷是藻类生长所必需的营养元素。富营养化进程中氮磷浓度的增加,促进了藻类的生长繁殖。一般来说,浮游植物生长所需的氮与磷的原子个数比近似为 16:1 (Paul J T et al, 2008), 比例相当于 7.2:1 的重量比。枯水期,袁河营养盐质量比为 TN:TP=21:1, 丰水期,袁河营养盐质量比为 TN:TP=11:1, 因此,从营养盐比例可以看出袁河可能处于磷限制状态。另根据《地表水环境质量标准》(GB3838-2002), 大部分调查断面水质处于 III~IV 类水之间。从二化开始,水质明显恶化,原因可能是新余为工业城市,有大型钢铁厂、化工厂等企业,其排放的污水导致水质恶化。

Margalef 多样性指数反映的是藻类种类数与环境之间的关系,由于 Margalef 多样性指数只考虑了种类数和个体数量的关系,而忽略了个体数在各种间分配的状况,因此,本研究同时采用了 Shannon-Wiener 多样性指数对袁河中浮游藻类的多样性进行验证。采用这 2 种指数分析袁河浮游藻类的多样性,获得了一致的结果,即袁河水质处于轻或中度污染。

一般认为,金藻、黄藻为贫营养型水体的优势种,甲藻、隐藻和硅藻为中营养型水体的优势种,而蓝藻、绿藻为富营养型水体的优势种(刘建康, 2000)。袁河浮游植物中,对于大部分的采样点,硅

藻在种类和数量上都占绝对优势。从浮游植物数量指标看,密度小于 30×10^4 个/L 时,水体为贫营养型, $30 \times 10^4 \sim 100 \times 10^4$ 个/L 时,水体为中营养型,大于 100×10^4 个/L 时,水体为富营养型(王明翠等, 2002)。袁河枯水期浮游藻类平均密度为 55.35×10^4 个/L, 丰水期浮游藻类平均密度为 87.27×10^4 个/L, 均属于中营养型。此外,在样品中鉴定出了大量 β -中污带的指示藻类,说明水体处于 β -中污(福迪 B, 1980)。总体上,袁河浮游藻类群落组成体现了其中营养状态的水质特点。

3.2 袁河浮游藻类群落结构特征及成因

在枯水期,对于大部分采样断面,无论是数量还是生物量,硅藻均占优势,其次为绿藻、蓝藻,隐藻、甲藻和裸藻等所占比例较低。在丰水期,河段呈现明显的规律。在上游(龙王潭断面至水库入口断面),无论是数量还是生物量,硅藻均占绝对优势;在下游(江口断面至荷湖馆断面),在数量上,浮游藻类以蓝藻为主,在生物量上,隐藻占绝对优势。造成这种现象的原因可能是:3月,是袁河流域的早春,水温较低,同时光照不充分,因此对水温和光照有着很好适应能力的硅藻能够获得优势地位(刘建康, 2000);6月,是袁河流域的初夏,随着水温的升高和光照的增强,蓝藻、绿藻所占比例逐渐提高。而且,浮游藻类水平分布差异较大,各采样断面不同种之间细胞密度差异较大。形成这种差异的原因可能是袁河各采样断面天然或人为影响不一致,造成各地水草分布不同进而影响浮游藻类群落结构。

- 参考文献**
- 邓义祥,张爱军. 1998. 藻类在水体污染监测中的运用[J]. 资源开发与市场, 14(5):197~199.
- 国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会. 2002. 水和废水监测分析方法[M]. 4版. 北京:中国环境科学出版社.
- 胡鸿钧,魏印心. 2006. 中国淡水藻类:系统、分类及生态[M]. 北京:科学出版社.
- 金相灿,屠清瑛. 1990. 湖泊富营养化调查规范[M]. 2版. 中国环境出版社.
- 刘建康. 2000. 高级水生生物学[M]. 科学出版社.
- 皮小军,刘建民. 2006. 袁河流域的旅游开发[J]. 南昌教育学院学报, 21(1):61.
- 王明翠,刘雪芹,张建辉. 2002. 湖泊富营养化评价方法及分级标准[J]. 中国环境监测, 18(5):47~49.
- 周凤霞,陈剑虹. 2005. 淡水微型生物[M]. 北京:化学工业出版社.
- 周谐,郑坚,黄书铭,等. 2006. 三峡库区重庆段浮游藻类调查及水质评价[J]. 中国环境监测, 22(4):70~73.
- 福迪 B. 1980. 藻类学[M]. 罗迪安译. 上海:上海科学技术出版社.
- Paul J T, Ramaiah N, Sardessai S. 2008. Nutrient regimes and their effect on distribution of phytoplankton in the Bay of Bengal[J]. Marine Environmental Research, 66:337~344.
- (责任编辑 杨春艳)

Structure of Phytoplankton Community and Evaluation of Water Quality in Yuanhe River

HU Fang-fan^{1,2}, WANG Mao-lan^{1,2}, ZHOU Wen-bin^{1,2}

- (1. The Key Laboratory of Poyang Lake Ecology and Bio-resource Utilization Ministry of Education, Nanchang University, Nanchang 330029, China;
2. Institute of Environment and Chemistry Engineering, Nanchang University, Nanchang 330031, China)

Abstract: Sampling was carried out in March and June 2010 in order to study structure of phytoplankton community and evaluation of water quality in Yuanhe River. Total 6 phylum, 45 genera and 89 species of phytoplankton were identified. The phytoplankton abundance ranged from 1.79×10^4 cells/L to 401×10^4 cells/L, and biomass ranged from 0.0188 mg/L to 2.2816 mg/L. Biological assessment of water pollution and eutrophic condition was conducted by using the method of indicator organism and biotic index. The results indicated that the water quality was mild or moderate polluted.

Key words: Yuanhe River; phytoplankton; community structure; water quality