

江阴地区主要河道浮游藻类群落特征

宋晓兰, 吕伟民, 卞金良, 张洁, 黄振荣, 郑科, 奚海明

(江阴市环境监测站, 江苏 江阴 214400)

摘要: 2010年9月和2011年1月、4月、7月共4次对江阴6条主要河道的浮游藻类群落特征开展调查分析。共发现浮游藻类7门141属种, 种类丰富度和现存量夏秋季高于秋冬季。优势种属呈季节性演替, 即冬季梅尼小环藻(*Cyclotella meneghiniana*)、颗粒直链硅藻(*Aulacoseira granulata*) - 春季梅尼小环藻、啮蚀隐藻(*Cryptomonas erosa*)、裸藻属(*Euglena spp.*)、衣藻属(*Chlamydomonas spp.*)、卵囊藻属(*Oocystis spp.*) - 夏季巨颤藻(*Oscillatoria princeps*)、阿氏浮丝藻(*Planktothrix agardhii*) - 秋季巨颤藻、阿氏浮丝藻、梅尼小环藻。南北向河道(锡澄运河、白屈港河和张家港河)的浮游藻类季节波动性大于东西向河道(应天河、东横河和西横河)。通过指示生物法, 调查河道处于 α - β -中污染状态。

关键词: 太湖流域; 江阴; 河道; 浮游藻类

中图分类号: Q145; X835

文献标识码: B

文章编号: 1006-2009(2013)01-0022-05

Structure and Dynamics of Phytoplankton Community in the Rivers of Jiangyin City

SONG Xiao-lan, LV Wei-min, BIAN Jin-liang, ZHANG Jie, HUANG Zhen-rong, ZHENG Ke, XI Hai-ming

(Jiangyin Environmental Monitoring Station, Jiangyin, Jiangsu 214400, China)

Abstract: Phytoplankton assemblages were sampled in September, 2010, November, April and July, 2011 in main rivers of Jiangyin city of Taihu basin. 141 species / genera belonging to 7 phyla were identified. The results indicated higher species richness and standing crop of phytoplankton during summer and autumn than during winter and spring. The dominant algal group during winter and spring were centric diatom (*Cyclotella meneghiniana*, *Aulacoseira granulata*), Cryptophyta (*Cryptomonas erosa*), Euglenophyta (*Euglena spp.*) and Chlorophyta (*Chlamydomonas spp.* and *Oocystis spp.*). The community during summer and autumn was dominated by Cyanobacteria (*Oscillatoria princeps*, *Planktothrix agardhii*) and diatom (*C. meneghiniana*). The seasonal variation among north-south rivers (Xicheng river, Baiqutang river and Zhangjiagang river) was much severer than that among east-west rivers (Yingtian river, Xiheng river and Dongheng river). It indicated that main rivers were in α - β -type moderate pollution by saprobic indicator.

Key words: Taihu basin; Jiangyin; River; Phytoplankton

浮游藻类是淡水生态系统的重要初级生产者, 其现存量分布、类群组成和优势种群演替对水环境的变化极为敏感。通过监测浮游藻类评价水质情况在国内外已被广泛采用^[1-3]。当前城市河道大都受闸泵控制, 水动力条件具有“河-湖”特征, 在流速减慢的条件下易出现“水华”^[4]。

江阴北依长江, 南濒太湖, 其经济总量在全国县级城市内排名首位, 而城市河流污染也较为严重。境内的锡澄运河、白屈港河、张家港河等都为

“引江济太”调水工程的重要沿线河道, 其水量水质将影响工程的实施效果^[5-6]。目前对江阴地区河道浮游藻类的调查研究仍属空白, 通过2010年—2011年的调查分析, 掌握该区域浮游藻类的现状特征, 对开展区域河流水体生物监测以及河流生态系统的管理和保护均有重要意义。

收稿日期: 2012-08-28; 修订日期: 2012-11-06

作者简介: 宋晓兰(1980—), 女, 江苏无锡人, 工程师, 博士, 从事生态环境监测与评估技术研究工作。

1 调查方法

1.1 河道概况

锡澄运河、白屈港河与张家港河为江阴中部和东部主要的南北向主干河道,3 条河道均北起长江,是太湖流域锡澄地区主要的通江引排河道和优良航道。东横河、西横河和应天河为江阴市区主要的东西向河道,主要承担着区域水量调动、内河运输和景观娱乐等功能。

1.2 点位选取和采样时间

根据水文特性,参考了江阴地区国、省控监测点位,沿锡澄运河、白屈港河、张家港河、应天河、西横河和东横河上游至下游,设置 20 个采样点。采样频次为 2010 年 9 月和 2011 年 1 月、4 月、7 月即秋、冬、春、夏季共 4 次。

1.3 样品的采集、鉴定和定量

按照文献 [7] 采集、定性和定量分析浮游藻类样品。用 25 号浮游生物网采集定性样本;用采水器取 1L 混合均匀后的定量样品,现场加 1% 鲁哥氏液固定,回实验室后经 48 h 沉淀浓缩至 30 mL,取 0.1 mL 浓缩样品于计数框内,在 40 × 10 倍显微镜下用视野法计数,一般计数 50 ~ 100 个视野,使所得细胞数在 300 以上。浮游植物的鉴定主要参照文献 [8]。由于浮游植物的比重接近 1,故可以直接由浮游植物的体积换算为生物量(湿重),即生物量为浮游植物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植物个体形状测量分析。

2 结果与分析

2.1 河道的理化性质

江阴地区河道主要理化指标变化特征见图 1 (a) (b) (c) (d)。

由图 1 可见,TN 秋季显著低于其他季节,张家港河和东横河相比其他河道较高;TP 则呈相反趋势,除了锡澄运河和张家港河,其他河道 9 月份全年最高,东横河相对较高; I_{Mn} 的变化趋势与 TN 类似;SS 冬春季显著高于夏秋季,南北向河道(锡澄运河、白屈港河和张家港河)相对大于东西向河道(应天河、东横河和西横河)。

2.2 浮游藻类种类组成

各采样点共鉴定浮游藻类 141 属种,分别隶属于蓝藻门(18)、硅藻门(31)、绿藻门(61)、裸藻门(23)、隐藻门(3)、甲藻门(3)和金藻门(2)。从季

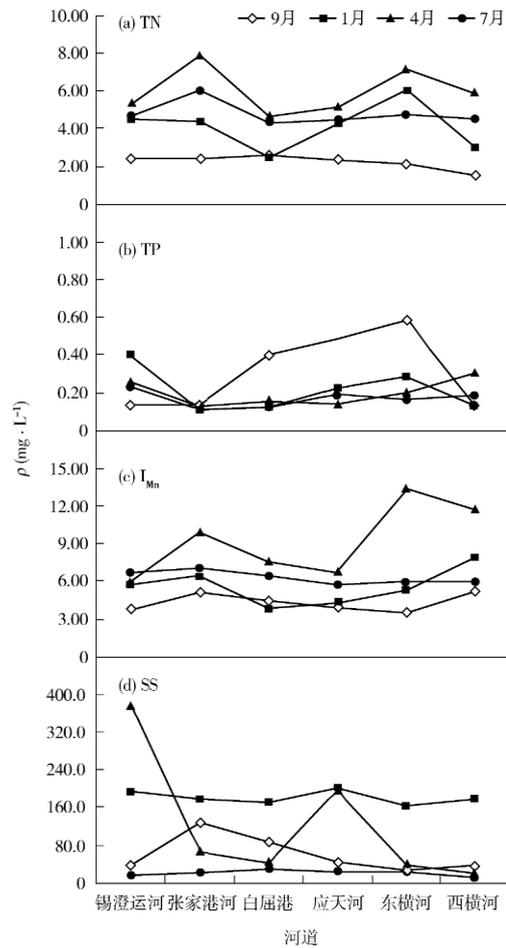


图 1 江阴地区河道主要理化指标变化特征
Fig. 1 Changes of main chemical and physical index in the surveyed rivers of Jiangyin

节变化来看,种类数夏秋季明显多于冬春季,各河道间平均值差异不大。浮游藻类种类丰富度随季节和河道的变化波动较大,见图 2 (a) (b) (c)。

2.3 浮游藻类优势属种

依据优势度计算公式 $Y = \frac{n_i}{N} f_i$ (n_i 为第 i 属种的平均生物量, f_i 是该属种在各中出现率, N 为平均总生物量),优势度 $Y \geq 0.02$ 为优势属种^[9]。根据计算结果,1 月份梅尼小环藻(*Cyclotella meneghiniana*)在各条河道都占绝对优势,尤其是锡澄运河和张家港河,颗粒直链硅藻(*Aulacoseira granulata*)和脆杆藻属(*Fragilaria spp.*)为次要优势属种,东西向河道(应天河、东横河和西横河)中啮蚀隐藻(*Cryptomonas erosa*)和裸藻属(*Euglena spp.*)也占一定优势;4 月份,梅尼小环藻仍保持优势,啮

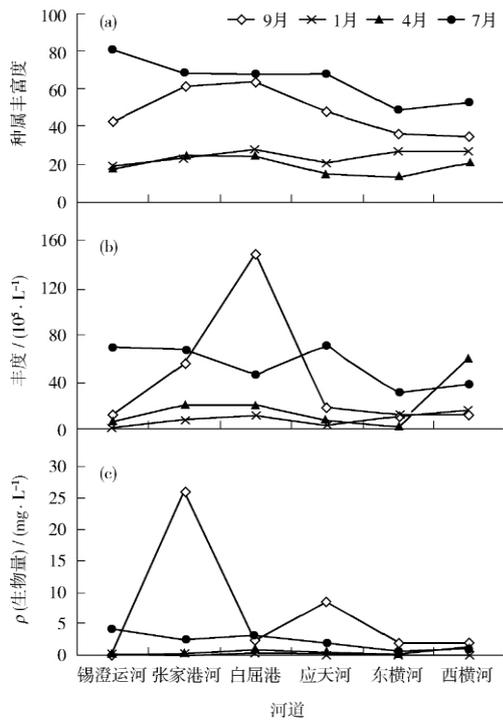


图 2 江阴内河浮游藻类种属丰富度、丰度和生物量变化特征

Fig. 2 Changes of phytoplankton species richness, abundance and biomass in the survey rivers of Jiangyin

蚀隐藻、裸藻属、衣藻属 (*Chlamydomonas spp.*) 和卵囊藻属 (*Oocystis spp.*) 优势上升; 7 月份, 巨颤藻 (*Oscillatoria princeps*)、阿氏浮丝藻 (*Planktothrix agardhii*) 成为绝对优势种; 9 月份, 巨颤藻和阿氏浮丝藻在几乎所有河道优势度加强, 而锡澄运河中梅尼小环藻重新建立了优势。江阴地区河道浮游藻类优势种属见表 1。

2.4 浮游藻类现存量

由图 2 (b) (c) 可见, 江阴各采样河道浮游藻类丰度和生物量的季节变化趋势基本一致, 即夏秋季高于冬春季。除了锡澄运河, 其他河道的全年浮游藻类生物量峰值基本都发生在 9 月份, 而不是丰度峰值所在的 7 月份, 这应该与藻类的群落组成相关。江阴地区河道浮游藻类丰度组成见图 3。江阴地区河道浮游藻类生物量组成见图 4。

由图 3 可见, 浮游藻类丰度的类群组成随季节变化明显, 冬春季以硅藻、绿藻和隐藻为主, 夏秋季优势类群为绿藻、蓝藻和硅藻。1 月份, 南北向河道硅藻占绝对优势, 东西向河道绿藻优势较高; 4 月份, 硅藻仍为各采样河道的最大优势类群, 但相比冬季, 绿藻和隐藻比重增加; 7 月份, 主要河道的优势类群依次为绿藻、蓝藻和硅藻, 白屈港则为蓝藻; 9 月份, 蓝藻优势度下降, 硅藻重新成为最大优势类群, 西横河中隐藻和裸藻也占一定的优势度。

表 1 江阴地区河道浮游藻类优势种属

Table 1 Phytoplankton dominant species / genera in the surveyed rivers of Jiangyin

浮游藻类	锡澄运河				张家港河			
	9月	1月	4月	7月	9月	1月	4月	7月
巨颤藻				0.116	0.626			0.208
阿氏浮丝藻	0.052			0.174	0.102			0.174
梅尼小环藻	0.224	0.299	0.193	0.043		0.516	0.223	0.045
颗粒直链硅藻	0.021	0.200						
脆杆藻						0.021		
啮蚀隐藻			0.024				0.169	
裸藻	0.052							
衣藻								
卵囊藻			0.127				0.096	
浮游藻类	白屈港河				应天河			
	9月	1月	4月	7月	9月	1月	4月	7月
巨颤藻	0.211			0.119	0.303			
阿氏浮丝藻	0.024			0.178				0.302
梅尼小环藻								
颗粒直链硅藻	0.059	0.137	0.101	0.025		0.138	0.084	0.090
脆杆藻		0.200				0.019		0.020
啮蚀隐藻		0.064	0.064	0.020			0.034	0.032
尖尾裸藻	0.026		0.040	0.022			0.125	0.035
衣藻	0.039							

续表

浮游藻类	东横河				西横河			
	9 月	1 月	4 月	7 月	9 月	1 月	4 月	7 月
巨颤藻	0.394				0.362			
阿氏浮丝藻	0.045			0.197	0.072			0.172
梅尼小环藻						0.027		
颗粒直链硅藻	0.035	0.378	0.113	0.130	0.041	0.661	0.103	0.141
脆杆藻				0.043		0.039		
嗜蚀隐藻				0.031				
梭形裸藻		0.081		0.028	0.022	0.056	0.029	0.060
衣藻		0.216		0.030		0.047	0.372	0.046
卵囊藻			0.049		0.038		0.046	

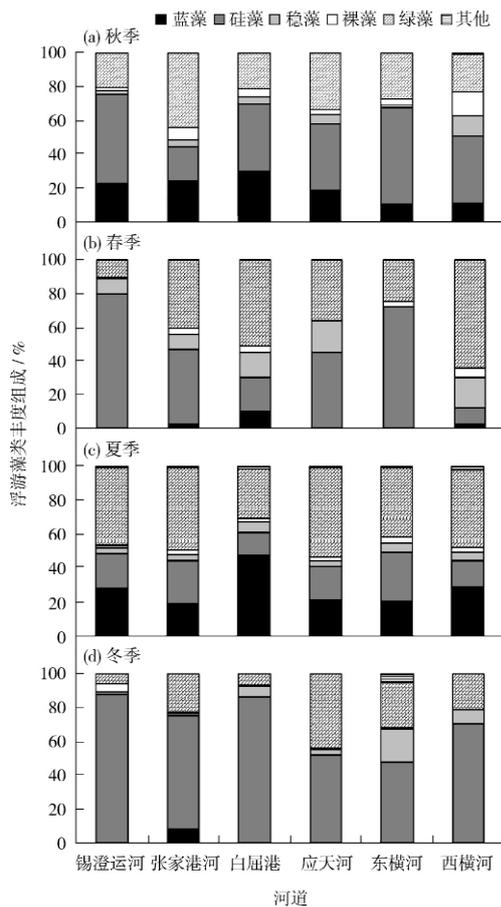


图 3 江阴地区河道浮游藻类丰度组成

Fig. 3 Composition of phytoplankton assemblages by abundance in the surveyed rivers of Jiangyin

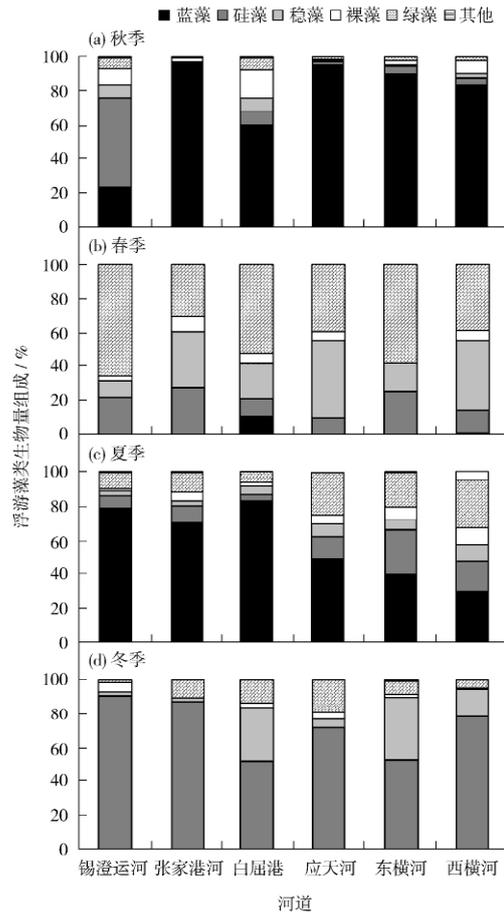


图 4 江阴地区河道浮游藻类生物量组成

Fig. 4 Composition of phytoplankton assemblages by biomass in the surveyed rivers of Jiangyin:

由图 4 可见,浮游藻类类群组成总体趋势为夏秋季蓝藻呈显著性优势,冬春则以硅藻、隐藻和绿藻为主。由于丝状体蓝藻的计数单位为个体数,因此蓝藻在丰度结果中被低估。1 月份,与丰度类群组成类似,各河道硅藻占绝对优势,次要优势类群主要为隐藻和绿藻;4 月份,浮游藻类各类群所

占比重较为平均,绿藻优势度大大增加,与硅藻、隐藻、裸藻组成主要优势类群;7 月份,蓝藻在所有调查河道比重都显著上升,几乎都占一半以上,次要优势类群则为硅藻和绿藻,东横河和西横河中各类群比重较为平均;9 月份,各河道蓝藻依然保持优势,硅藻成为锡澄运河的最优势类群。

3 讨论

由浮游藻类评价水体环境质量,一般采用现存量、种类丰富度和指示种类等,但应用在城市河道时,必须考虑到不同水情/季节的生境差异。研究区域为典型的江南水网地区,河流坡降平缓,水流缓慢,受长江潮汐和内部闸门人为控制,流向顺逆不定。夏秋季亦为丰水期,水温较高,若降雨量大时,流速较快,水体浑浊度较高,这些都不利于藻类的生长积累,反之若径流量较小时,城市河道尤其是滞流的类型,有暴发蓝藻水华的可能;冬季为枯水期,水温亦低,一般浮游藻类现存量很低;春季一般为平水期,水温上升,流速减缓,利于浮游植物生长,在一定的环境条件下也会发生硅藻水华,近年来,在水流流态变缓的三峡库区次级河流,已有过多次春季发生水华的报道^[10]。

调查的6条河道,3条(锡澄运河、白屈港河与张家港河)为南北向通江河道,3条(应天河、东横河和西横河)为东西向河道。根据《江阴锡澄运河张家港河河道综合整治规划》,从丰度值和生物量来看,夏秋季南北向河道显著高于东西向河道,冬春季则差别不大,可见丰水期较大的径流量对城市河道浮游藻类的冲刷和稀释作用有限,而南北向河道较高的生物量可能归因于沿河两岸工农业和生活污水的外源输入。从优势种属来看,全年均有分布且在冬春季建立绝对优势的梅尼小环藻,为河流系统常见的优势种群^[11],是 α 、 β -中污带指示生物^[12],而枯/平水期较为缓慢的水流流态,也有利于该种形态和大小的种类,其他次要优势种属如衣藻、裸藻、啮蚀隐藻都为鞭毛类群,是静水系统的适应者^[13];各河道在夏秋季的优势种属基本都为丝状体的蓝藻种类,也为 α 、 β -中污带指示生物,但为水华种类^[12];另一方面,丝状体在流水和浑浊水体更占优势^[13]。可见丰水期河道径流量的加大对浮游藻类有一定的影响。

4 结论

(1) 2010年9月—2011年7月,对江阴6条河道采样共4次,鉴定出浮游藻类7门141属种,种类丰富度随季节和河道的变化波动较大。

(2) 浮游藻类丰度和生物量随季节变化明显,夏秋季高于冬春季,南北向河道(锡澄运河、白屈港河和张港河)季节波动性大于东西向河道(应

天河、东横河和西横河)。

(3) 按照丰度计算,浮游藻类类群组成冬春季以硅藻、绿藻和隐藻为主,夏秋季优势类群为绿藻、蓝藻和硅藻;以生物量计算,冬春则以硅藻、隐藻和绿藻为主,夏秋季蓝藻呈显著性优势,且南北向河道蓝藻现存量更大。

(4) 浮游藻类优势种属呈季节性演替,即梅尼小环藻、颗粒直链硅藻(冬) - 梅尼小环藻、啮蚀隐藻、裸藻属、衣藻属、卵囊藻属(春) - 巨颤藻、阿氏浮丝藻(夏) - 巨颤藻、阿氏浮丝藻、梅尼小环藻(秋),不同河道间存在群落结构的动态差异。此外,这些优势种属多为 α 、 β -中污带指示生物,表明江阴地区河道受到一定程度的污染。

[参考文献]

- [1] 刘宇,沈建忠.藻类生物学评价在水质监测中的应用[J].水利渔业,2007(4):5-7.
- [2] 冯天翼,宋超,陈家长.水生藻类的环境指示作用[J].农业科学与技术(英文版),2012(5):146-152.
- [3] DEVLIN M, BARRY J, PAINTING S, et al. Extending the phytoplankton tool kit for the UK Water Framework Directive: indicators of phytoplankton community structure [J]. Hydrobiologia, 2009(633):151-168.
- [4] HILTON J, O'HARE M, BOWES M J, et al. How green is my river? A new paradigm of eutrophication in rivers [J]. Science of the Total Environment, 2006(365):66-83.
- [5] 赵小兰,薛峰.水利工程调水对江阴市水环境改善研究[J].水资源保护,2008,24(5):20-23,82.
- [6] 张良平,王珏,徐骏.调水改善武澄西虞区河网水质效果评估[J].人民长江,2009,40(7):30-32.
- [7] 章宗涉,黄祥飞.淡水浮游生物研究方法[M].北京:科学出版社,1993.
- [8] 胡鸿钧,魏印心.中国淡水藻类[M].北京:科学出版社,2006.
- [9] XU Z L. Ecological characters of the eucalanus subcrassus population in the east China sea [J]. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(4):1151-1158.
- [10] 周广杰,况琪军,胡征宇,等.三峡库区四条支流藻类多样性评价及水华防治[J].中国环境科学,2006,26(3):337-341.
- [11] 栾卓,范亚文,门晓宇.松花江哈尔滨段水域硅藻植物群落及其水质的初步评价[J].湖泊科学,2010,22(1):86-92.
- [12] B. 福迪[捷克].藻类学[M].罗迪安,译.上海:上海科学技术出版社,1980.
- [13] REYNOLDS C S. The long, the short and the stalled: on the attributes of phytoplankton selected by physical mixing in lakes and rivers [J]. Hydrobiologia, 1994(289):9-21.