

2010年秋季大渡河河口浮游植物群落结构与环境因子的关系

王文君, 方艳红, 黄道明, 憨雪莹

(水利部中国科学院水工程生态研究所, 水利部水工程生态效应与生态修复重点实验室, 武汉 430079)

摘要:根据2010年9月对大渡河河口浮游植物与水环境的调查, 分析大渡河河口浮游植物的分布特征及其与水环境因子的关系。结果表明, 2010年秋季共鉴定浮游植物6门61属127种, 优势种为变异直链藻、钝脆杆藻、尖针杆藻、缢缩异极藻和小颤藻等; 浮游植物密度变化范围为102 960 ~ 290 160 个/L, 生物量变化范围为0.0772 ~ 1.9717 mg/L。聚类分析表明大渡河河口河道生境分为5种类型, 浮游植物种类组成、现存量分布与生境类型关系密切, 但浮游植物与水质因子相关关系不显著。

关键词:浮游植物; 大渡河河口; 生境; 水质因子

中图分类号: Q948.11 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2012)04-0073-05

大渡河河口是连接大渡河中上游干支流、青衣江、峨眉河与岷江的通道, 同时也是岷江中游与下游的分界点。受支流青衣江、峨眉河汇入以及岷江来水的顶托作用, 大渡河河口形成了分汊的网状河道, 水生生物栖息环境多样性丰富, 水生态系统脆弱敏感。水生生物中的浮游植物作为水生态系统重要的初级生产者之一, 其种类组成和数量分布直接影响水生态系统的结构和功能, 对维持水生态系统健康具有重要作用(刘健康, 1999; Lepisto et al, 2004)。由于浮游植物个体微小、细胞结构简单、生长周期短, 水环境的变化又直接影响着浮游植物的群落结构。因此, 浮游植物与其生境状况关系密切。

本文通过对大渡河河口不同局部生境条件下浮游植物的调查, 采用聚类分析法对各样点的河道生境进行分类, 对比不同类型河道生境中浮游植物群落结构, 同时分析浮游植物与水质因子的相关关系, 以期保护大渡河河口生态环境, 合理利用大渡河河口水资源提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 采样点设置

2010年9月, 对从乐山市加农镇至峨眉河汇入大渡河处的干流河网段进行调查, 根据不同的河道坡度、底质和护岸情况等设置22个采样点(见图1)。

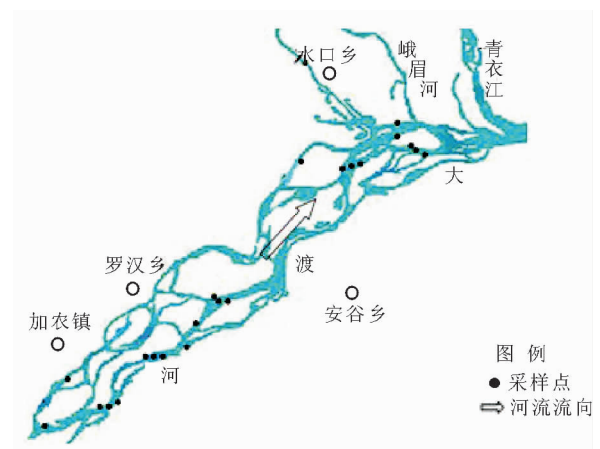


图1 大渡河河口采样点布置

Fig. 1 The location of sampling sites in Dadu River Estuary

1.2 浮游植物采集与检测

1.2.1 定性样品采集 利用25号浮游生物网在水深约0.5 m的水中拖曳约5 min, 将收集到的水样存入50 mL样品瓶中, 加入鲁哥氏液固定(固定剂量为水样的15%), 带回实验室, 在10 × 40倍的光学显微镜下观察分类。

1.2.2 定量样品采集 采用2 500 mL采水器取水, 水深约0.5 m处的表层水2 000 mL, 加入30 mL鲁哥氏液固定, 经过48 h静置沉淀, 浓缩至约30 mL, 存入样品瓶待检。

1.2.3 种类鉴定 主要参考《中国淡水藻类》(胡鸿钧等, 1980)、《淡水浮游生物图谱》(韩茂森, 1980)以及其他文献资料(韩茂森和束蕴芳, 1995; 黎尚豪和毕列爵, 1998; 施之新, 1999; 周凤霞和陈剑虹, 2005; 胡鸿钧和魏印心, 2006), 样品采集和密度、生物量的计算主要参考《淡水浮游生物研究方法》

收稿日期: 2012-06-03

基金项目: 水利部公益性行业科研专项经费项目(200901009)。

作者简介: 王文君, 1980年生, 女, 助理研究员, 主要从事水生态保护与修复工作。E-mail: wangwj@mail.ihe.ac.cn

(章宗涉和黄祥飞,1991)和《内陆水域渔业资源调查手册》(张觉民和何志辉,1991)。

1.2.4 密度和生物量计算 将采集到的经过固定和浓缩的30 mL定量样品,摇匀后迅速吸取 0.1 mL 样品置于 0.1 mL 计数框内,在 10 × 40 倍的光学显微镜下按视野法进行浮游植物定量计数,每片观察 100 个视野,每瓶样品计数 2 片,取其平均值,每次计数结果与平均值之差应在 15% 以内,否则增加计数次数。然后根据浮游植物细胞体积的大小换算其生物量(Hillebrand et al,1999;孙军等,1999;宋晓兰等,2007)。

1.3 水质与河道生境指标采集与检测

采集浮游植物样品的同时,现场监测采样点的水深、流速、水温、pH、电导率、溶解氧和溶氧饱和度等水环境指标,另采集水样用于实验室内分析总氮、总磷等水质指标。现场调查、监测、采样和实验室测试分析方法主要参考《水和废水监测分析方法》(国家环境保护总局《水和废水监测分析方法》编委会,2002)进行。

同步收集采样点的河道生境指标,包括河道坡度、底质、水流类型、宏观生境类型和护岸情况。

1.4 数据统计与分析

利用 spss17.0 软件对河道生境指标进行 Q 型系统聚类分析,对水质指标、浮游植物密度和生物量进行 Pearson 相关关系分析。

2 结果与分析

2.1 浮游植物群落结构

2.2.1 种类 本次调查共采集到浮游植物 6 门 61 属 127 种,其中硅藻门 29 属 81 种;绿藻门 18 属 26 种;蓝藻门 9 属 14 种;裸藻门 2 属 3 种;甲藻门 2 属 2 种;红藻门 1 属 1 种。本次调查优势种群主要为硅藻和绿藻,其次为蓝藻。直链藻、脆杆藻、针杆藻、羽纹藻、桥弯藻、舟形藻和盘星藻等 7 属在本次调查的各点均有出现,其次是异极藻、双菱藻、布纹藻和颤藻等。主要种类为变异直链藻 (*Melosira varians*)、钝脆杆藻 (*Fragilaria capucina*)、尖针杆藻 (*Synedra acus*)、缢缩异极藻 (*Gomphonema constrictum*) 和小颤藻 (*Oscillatoria tenuis*) 等。

2.2.2 数量及生物量 本次调查浮游植物平均密度为 164 580 个/L,各点密度变化范围为 102 960 ~ 290 160 个/L。硅藻门密度占总密度的 81.20%,绿藻门 10.19%,蓝藻门 6.00%,裸藻门 2.05%,红藻门 0.32%,甲藻门 0.24%;密度较高的有小头桥弯

藻 (*Cymbella microcephala*) 8 840 个/L;双头针杆藻 (*Synedra amphicephala*) 8 190 个/L;钝脆杆藻 6 890 个/L;颗粒直链硅藻 (*Melosira granulata*) 6 760 个/L;尖针杆藻 6 630 个/L 等。

平均生物量为 0.6910 mg/L,各点生物量变化范围为 0.0772 ~ 1.9717 mg/L。硅藻门生物量占总生物量的 77.74%,绿藻门 1.84%,蓝藻门 16.35%,裸藻门 1.22%,红藻门 0.03%,甲藻门 2.82%;生物量较高的有窄双菱藻 (*Surirella angustata*) 0.1105 mg/L;椭圆波缘藻 (*Cymatopleura elliptica*) 0.1040mg/L;草鞋波缘藻 (*Cymatopleura solea*) 0.0845 mg/L;小颤藻 0.0598 mg/L;粗壮双菱藻 (*Surirella robusta*)0.0585 mg/L;巨颤藻 (*Oscillatoria princeps*)0.0520 mg/L 等。

2.2 水质理化指标

本次调查多集中在近岸取样,平均水温19.7℃,平均 pH 8.14,平均电导率 191 μs/cm,平均溶解氧为 8.57 mg/L,平均溶氧饱和度为93.74%,平均总氮 1.4503 mg/L,平均总磷0.1376 mg/L。

表 1 大渡河河口水质指标结果
Tab.1 Results of water quality factors in Dadu River Estuary

编号	水温/ ℃	pH	电导 率/ μs · cm ⁻¹	溶解 氧/ mg · L ⁻¹	溶氧 饱和 度/%	总 氮/ mg · L ⁻¹	总 磷/ mg · L ⁻¹
1	19.9	8.13	193	8.69	95.70	1.0324	0.1788
2	20.6	8.01	200	7.81	86.70	2.8710	0.2857
3	19.7	8.17	194	8.73	95.60	1.4235	0.1705
4	19.5	8.10	192	9.21	100.70	1.3262	0.1838
5	19.6	8.12	179	8.65	94.40	1.4245	0.1821
6	19.6	8.14	191	8.55	93.50	1.4017	0.1674
7	19.6	8.08	191	8.57	93.10	1.5403	0.1800
8	20.8	8.26	194	9.10	101.60	1.3472	0.1304
9	19.7	8.15	190	8.38	91.90	1.5268	0.1195
10	19.8	7.97	194	8.82	96.40	1.5422	0.1151
11	19.2	8.16	190	8.83	95.40	1.4949	0.1183
12	19.2	8.23	192	9.03	98.10	1.5808	0.1063
13	19.2	8.15	189	8.65	94.60	1.6718	0.0957
14	19.9	8.27	194	8.50	92.60	1.6166	0.0874
15	19.5	8.19	191	8.17	88.90	1.6119	0.0806
16	19.3	8.11	190	8.14	89.00	1.5347	0.0847
17	19.7	8.15	192	8.71	95.50	1.7136	0.1184
18	19.4	8.20	192	8.60	93.80	1.8212	0.0850
19	19.7	8.19	192	8.27	90.13	1.5939	0.1318
20	19.9	8.12	193	8.35	91.60	0.4580	0.1284
21	19.6	8.06	190	8.45	92.17	0.4767	0.1280
22	19.2	8.11	185	8.36	90.80	0.8971	0.1483

2.3 河道生境指标

为了研究浮游植物在调查河段的分布情况以及河道生境对浮游植物的影响,本次调查采集了与浮

游植物关系比较密切的 5 个河道生境指标:河道坡度、底质、水流类型、宏观生境类型和护岸情况。根据现场采集结果,各河道生境指标可分为以下等级。

- 河道坡度:0 ~ 29°、30° ~ 60°、61° ~ 90°;
- 底质:巨砾、粗砾、中砾、砂粒、水泥混凝土;
- 水流类型:滞水水流、微波、混合流、上升流;
- 宏观生境类型:险滩、浅滩、浅流、深流;
- 护岸情况:无防护型、开放型、固化型。

2.4 河道生境聚类分析结果

将河道生境指标作为变量,进行 Q 型系统聚类分析。为方便量化分析,对各样点的 5 类河道生境指标等级依次赋值为 1 ~ 5。Q 型聚类分析结果见图 2,22 个样点被划分为 4 大类。

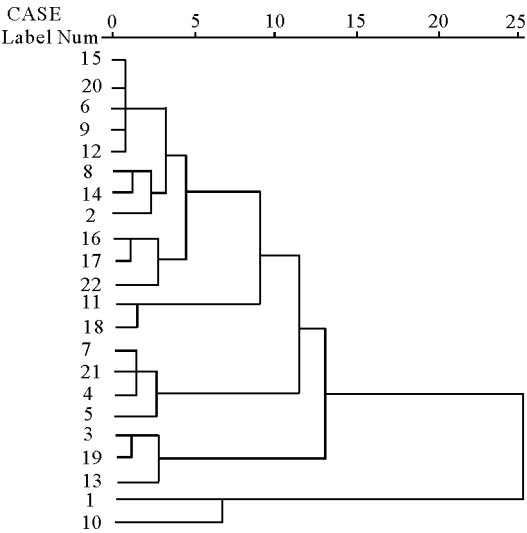


图 2 22 个样点河道生境指标聚类分析

Fig. 2 Cluster dendrogram of the river habitat indices at twenty-two sampling sites

根据各大类生境指标的统计整理可以看出,第一类为缓坡砾石滩地,该类型河道底质多为粗砾,底质上无苔类或丝状藻类水生植物附着,坡度较平缓,水流平稳,水面较平静;第二类为陡岸带,该类型河道多位于河网的最右岸,为陡峭的山岩体,水流湍急,常年为深水区;第三类为天然中坡砾石滩地,该类型河道为自然的中等坡度河岸带,底质多为 5 ~ 20 cm 的卵石,有一定的水流,多呈现各种水流类型的混合流态;第四类为天然沙滩地,该类型河道为沙粒底质,河道坡度平缓,多位于河心洲洲头或洲尾,形成天然的河岸边滩,水流平缓,多呈微波状;第五类为混凝土砌卵石护岸带,该样点均采用了混凝土砌卵石的方式对河岸带进行人工防护,护岸坡度在 45°左右,样点水体水流较急,流态多样化。河道生

境指标的 Q 型聚类分类结果与现场实际调查情况较为吻合。

2.5 浮游植物在各类生境的分布

根据生境分类结果,分别统计各类生境所有样点的浮游植物种类组成百分比、平均密度和生物量,见图 3。

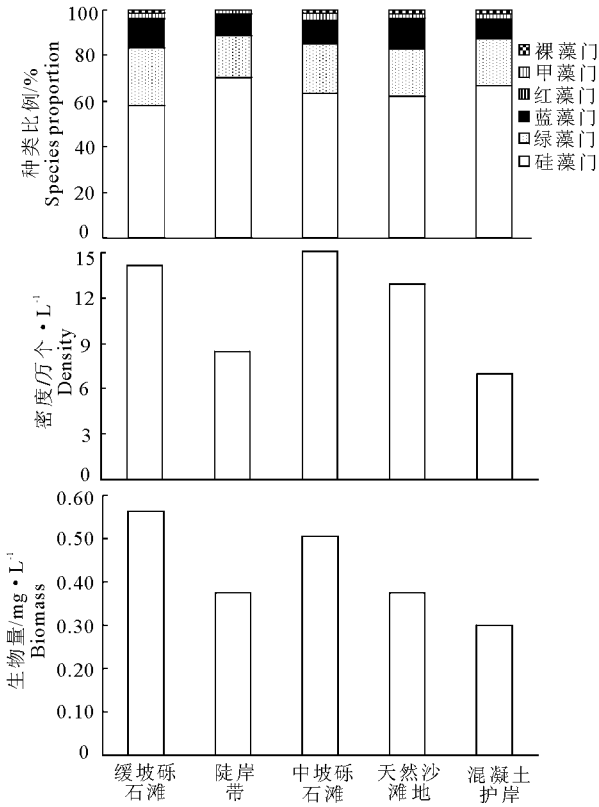


图 3 不同河道生境浮游植物种类组成、密度和生物量分布

Fig. 3 Distribution of phytoplankton species composition, density and biomass in different river habitats

大渡河河口浮游植物种类组成以硅藻门为主,各河道生境类型中硅藻门所占比例均超过 55%,占绝对优势,其次是绿藻门和蓝藻门,合计占 30% 左右,甲藻门和裸藻门所占比例较少,红藻门种类偶见。其中,以陡岸带河道生境中硅藻门所占比例最高,达到 70.24%,混凝土护岸带硅藻门所占比例也较高,为 66.48%。分析其生境特点,陡岸带和混凝土护岸带的水流湍急,流速明显高于其他 3 类,因此,在这 2 种生境中取得的浮游植物种类中适应急流环境的硅藻门种类数所占百分比最高。

2.6 浮游植物与水质理化指标的相关性分析

Pearson 相关分析结果见表 2,浮游植物种类数、密度和生物量与水质理化指标的相关关系不明显,仅浮游植物密度与总氮成显著正相关 ($P < 0.05$)。

表2 大渡河河口浮游植物与水质指标的 Pearson 相关系数

Tab.2 Pearson correlation coefficient of phytoplankton and water quality factors in Dadu River Estuary

指标	水温	pH	电导率	溶解氧	溶解氧饱和度	总氮	总磷	种类数	密度	生物量
水温	1									
pH	-0.031	1								
电导率	0.557 **	-0.042	1							
溶解氧	-0.101	0.269	-0.106	1						
溶解氧饱和度	0.063	0.262	-0.020	0.982 **	1					
总氮	0.230	-0.028	0.386	-0.250	-0.212	1				
总磷	0.463 *	-0.493 *	0.201	-0.156	-0.082	0.284	1			
种类数	-0.037	0.228	-0.123	-0.083	-0.104	0.097	-0.134	1		
密度	0.010	0.129	-0.071	-0.281	-0.274	0.490 *	0.027	0.379	1	
生物量	-0.315	0.061	-0.194	0.276	0.233	0.143	-0.325	-0.350	0.209	1

注: * 表示显著相关, $P < 0.05$, ** 表示极显著相关, $P < 0.01$; $n = 22$ 。

3 讨论

由于调查河段为流水河段,水流混合均匀,且各样点距离近,加上没有其他支流汇入,也没有排污口,因此,各样点水质指标差异不明显,但各样点的浮游植物种类、密度和生物量存在一定差异。

缓坡砾石滩和中坡砾石滩地采集到的浮游植物密度和生物量均较高,陡岸带和混凝土护岸带采集到的浮游植物密度和生物量均较低。由于缓坡砾石滩和中坡砾石滩地水流平缓,营养物质易沉积,且水深较浅,水温升高快,有利于浮游植物的生长,密度和生物量较高;陡岸带和混凝土护岸带水流急且深,营养物质贫乏,水体水温相对较低,不利于浮游植物的生长繁殖,因此,这2种河道生境中的浮游植物密度和生物量较低。

目前,探讨浮游植物群落结构与水质指标关系的研究较多,本研究认为该方法适用于宏观尺度河流或不同河流之间以及静缓流的湖区或库区等水质差异明显的水域。通过本研究可以看出,浮游植物与局部河道生境指标也存在着显著的关系,开展相关研究可以很好地弥补仅考虑水质因子的局限性。

参考文献

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.

韩茂森,束蕴芳. 1995. 中国淡水生物图谱[M]. 北京:科学出版社.

韩茂森. 1980. 淡水浮游生物图谱[M]. 北京:农业出版社.

胡鸿钧,李尧英,魏印心,等. 1980. 中国淡水藻类[M]. 上海:上海科学技术出版社.

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.

黎尚豪,毕列爵. 1998. 中国淡水藻志:第五卷[M]. 北京:科学出版社.

刘建康. 1999. 高级水生生物学[M]. 北京:科学出版社.

施之新. 1999. 中国淡水藻志:第六卷[M]. 北京:科学出版社.

宋晓兰,刘正文,潘宏凯,等. 2007. 太湖梅梁湾与五里湖浮游植物群落的比较[J]. 湖泊科学,19(6):643-651.

孙军,刘东艳,钱树本. 1999. 浮游植物生物量研究:浮游植物生物量细胞体积转化法[J]. 海洋学报,(2):75-85.

张觉民,何志辉. 1991. 内陆水域渔业自然资源调查手册[M]. 北京:农业出版社.

章宗涉,黄祥飞. 1991. 淡水浮游生物研究方法[M]. 北京:科学出版社.

周凤霞,陈剑虹. 2005. 淡水微型生物图谱[M]. 北京:化学工业出版社.

Hillebrand H, Durselen C D, Kirschtel D, et al. 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae[J]. J Phycol, 35:403-424.

Lepisto L, Holopainen A L, Vuoristo H. 2004. Type specific and indicator taxa of phytoplankton as a quality criterion for assessing the ecological status of Finnish boreal lakes[J]. Limnologica, 34(3):236-248.

(责任编辑 杨春艳)

Structure of Phytoplankton Community and Its Relationship with Environment
Factors in Daduhe Estuary in Autumn 2010

WANG Wen-jun, FANG Yan-hong, HUANG Dao-ming, HAN Xue-ying

(Key Laboratory of Ecological Impacts of Hydraulic-Projects and Restoration of Aquatic Ecosystem of
Ministry of Water Resources, Institute of Hydroecology, Ministry of Water Resources and
Chinese Academy of Sciences. Wuhan 430079, P. R. China)

Abstract: The data obtained in the Dadu River Estuary during Sep. in 2010 was analyzed for understanding the distribution features of phytoplankton and its relations with the environmental factors. Total 6 phylum, 61 genera and 127 species of phytoplankton were identified. The main species were *Melosira varians*, *Fragilaria capucina*, *Synedra acus*, *Gomphonema constrictum* and *Oscillatoria tenuis*. The phytoplankton density ranged from 102 960 to 290 160 ind./L, and the phytoplankton biomass ranged from 0.0772 to 1.9717 mg/L. According to cluster analysis, the habitat of Dadu River Estuary was divided into 5 categories. The phytoplankton species composition and biomass distribution had close relationship with the habitat type, while the phytoplankton and water quality factors had no significant relationship.

Key words: phytoplankton; Dadu River Estuary; habitat; water quality factors