

# 马颊河与徒骇河浮游植物群落特征及水质初步评价

宋芬<sup>1</sup> 王卫民<sup>1</sup> 单保庆<sup>2</sup> 阎里清<sup>3</sup> 黎洁<sup>1</sup> 周洁<sup>1</sup>

1. 华中农业大学水产学院, 武汉 430070; 2. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085;  
3. 湖北省漳河水库水产公司, 荆门 4481562

**摘要** 对海河流域马颊河与徒骇河的浮游植物种类组成、种群数量、优势种、污染指示种等进行调查研究, 结果表明马颊河浮游植物为126种, 隶属7门67属; 徒骇河浮游植物为114种, 隶属7门63属。2条河流浮游植物种类组成均以绿藻为最多, 其次是硅藻和蓝藻; 各采样点蓝藻、绿藻和硅藻出现的频度均为100%。在种群数量上, 马颊河蓝藻占绝对优势(占藻类数量的53.59%), 而徒骇河绿藻占优势(占藻类数量的35.73%), 马颊河和徒骇河浮游植物平均密度分别为 $22.424 \times 10^6$ 和 $13.950 \times 10^6$ 个/L。马颊河 Shannon-Weaver 多样性指数、Margalef 指数和 Pielou 指数变动范围分别为 2.48~4.64、3.62~9.91 和 0.47~0.84; 徒骇河的变动范围分别为 3.04~4.57、2.94~10.15 和 0.63~0.82。根据上述参数, 初步评价马颊河与徒骇河的水质总体状况较好, 处于中营养, 但有向富营养转变的趋势, 应注意加强对河流水质的管理和保护。

**关键词** 马颊河; 徒骇河; 浮游植物; 水质评价

**中图分类号** S 917.3 **文献标识码** A **文章编号** 1000-2421(2011)03-0364-07

海河流域徒骇马颊河水系由2条近乎平行的西南向东北流向的马颊河与徒骇河组成。其中北面的为马颊河, 发源于河南省濮阳县, 在无棣县泊头镇东北入渤海, 长521 km, 流域面积12 239.2 km<sup>2</sup>; 南面的为徒骇河, 发源于河南省清丰县东部, 与黄河平行, 向东北流入渤海, 长436 km, 流域面积13 902 km<sup>2</sup>。

浮游植物是水体的初级生产者, 是水生动物食物链的基础环节, 其区系组成不仅反映了水环境的特征, 同时又影响着该水域的动物区系组成。其群落结构的变化, 是反映水环境状况的重要指标。吴恢碧等<sup>[1]</sup>曾做过循环流水池塘养殖系统浮游植物群落结构与特征的研究。笔者从浮游植物的种类组成、优势种、污染指示种、种群数量以及多样性指数等角度探讨马颊河与徒骇河浮游植物的群落特征, 并依据浮游植物研究结果对水质进行生物学评价, 旨在了解马颊河与徒骇河的浮游植物资源以及水质状况, 从而为海河流域的生态环境和水生生物资源的保护提供基础资料与依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 采样地点与采样时间

根据马颊河与徒骇河的水文特点以及水生生物的生态习性, 本次调查范围为东经115°12'24.8"~117°54'2.5", 北纬36°3'58.2"~37°45'32.3", 设置21个采样点(图1), 依次分别为S1~S21, 并于2009年

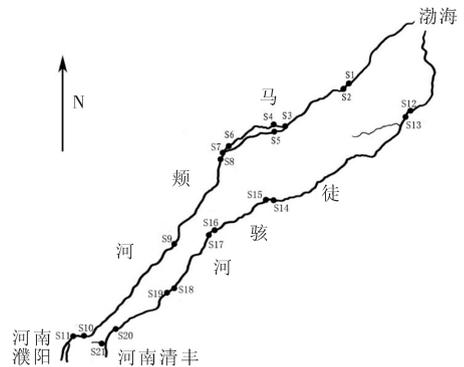


图1 马颊河与徒骇河浮游植物采样点分布图

Fig. 1 Distribution of phytoplankton sampling sites in Majia and Tuhai River

收稿日期: 2010-09-06

基金项目: 国家水体污染控制与治理科技重大专项(2008ZX07209-010)

宋芬, 硕士研究生, 研究方向: 水生生物学. E-mail: songfen1312@webmail.hzau.edu.cn

通讯作者: 王卫民, 博士, 教授, 研究方向: 水产动物遗传育种. E-mail: wangwgm@mail.hzau.edu.cn

7月23日至8月19日期间对21个采样点分别进行采样。

### 1.2 采样方法与数据处理

浮游植物定性、定量样品的采集、计数、种类鉴定按文献[2-4]方法进行。

计算浮游植物的多度<sup>[5]</sup>、频度和优势度<sup>[1]</sup>。

鉴定出各污染类型的浮游植物种类,作为水质评价的指示种<sup>[6]</sup>。

### 1.3 多样性指数

浮游植物多样性指数采用 Shannon-Weaver 多样性指数、Margalef 指数和 Pielou 指数<sup>[7-9]</sup>。Shannon-Weaver 多样性指数对物种的种类数目和种类中个体分配的均匀性依赖程度较高, Margalef 指数对物种的种类数目依赖程度较高,而 Pielou 指数则能很好地反映物种的均匀度。

## 2 结果与分析

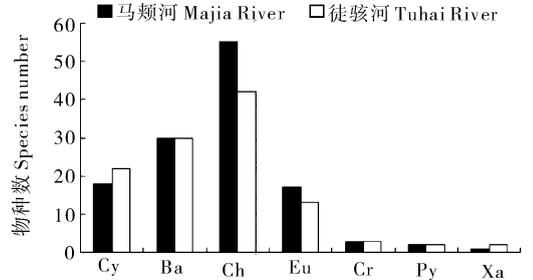
### 2.1 浮游植物的种类组成

马颊河浮游植物共计7门67属126种,其中绿藻门(Chlorophyta)33属55种,硅藻门(Bacillariophyta)13属30种,蓝藻门(Cyanophyta)10属18种,裸藻门(Euglenophyta)6属17种,隐藻门(Cryptophyta)2属3种,甲藻门(Pyrrophyta)2属2种,黄藻门(Xanthophyta)1属1种。

徒骇河浮游植物共计7门63属114种,其中绿藻门27属42种,硅藻门15属30种,蓝藻门9属22种,裸藻门6属13种,隐藻门2属3种,甲藻门2属2种,黄藻门2属2种。

在马颊河与徒骇河鉴定的浮游植物中,色球藻(*Chroococcus* sp.)、颤藻(*Oscillatoria* sp.)、螺旋藻(*Spirulina* sp.)、尖头藻(*Raphidiopsis* sp.)、平裂藻(*Merismopedia* sp.)、衣藻(*Chlamydomonas* sp.)、栅藻(*Scenedesmus* sp.)、十字藻(*Crucigennia apiculata*)、月牙藻(*Selenastrum* sp.)、小球藻(*Chlorella* sp.)、水溪绿球藻(*Chlorococcum infusionum*)、小环藻(*Cyclotella* sp.)、针杆藻(*Synedra* sp.)、舟形藻(*Navicula* sp.)、菱形藻(*Nitzschia* sp.)、桥弯藻(*Cymbella* sp.)、裸藻(*Euglena* sp.)、绿色裸藻(*Euglena viridis*)、扁裸藻(*Phacus* sp.)和隐藻(*Cryptomonas* sp.)等20属(种)出现频率很高,在马颊河与徒骇河所采的水样中均为常见种。其中,栅藻、十字藻、舟形藻、菱形藻、裸藻、扁裸藻等属的种类较多。

由图2可知,马颊河与徒骇河浮游植物种类组成均以绿藻最多,其次为硅藻和蓝藻。从河流来看,马颊河浮游植物种类数量比徒骇河多。



Cy:蓝藻 Cyanophyta; Ba:硅藻 Bacillariophyta; Ch:绿藻 Chlorophyta; Eu:裸藻 Euglenophyta; Cr:隐藻 Cryptophyta; Py:甲藻 Pyrrophyta; Xa:黄藻 Xanthophyta.

图2 马颊河与徒骇河的浮游植物种类组成

Fig.2 Composition of phytoplankton in Majia and Tuhai River

不同门类浮游植物在各采样点出现的频度和所占数量百分比(多度)见表1,从浮游植物的频度分布来看,蓝藻、硅藻和绿藻在各采样点出现的频度均为100%。从数量多度来看,马颊河蓝藻占绝对优势,其数量占藻类总量的53.59%,而徒骇河的绿藻占优势,其数量占藻类总量的35.73%。从浮游植物的种类组成和数量多度都可以看出,马颊河与徒骇河中蓝藻和绿藻为优势类群,浮游植物的群落结构均属于蓝—绿藻型。

### 2.2 浮游植物的优势种群及水体污染指示种

以优势度大于10%为标准分析马颊河和徒骇河浮游植物组成。

由表2可知,在马颊河的11个采样点中,蓝藻门的针状蓝纤维藻(*Dactylococopsis acicularis*)、弱细颤藻(*Oscillatoria tenuis*)、阿氏颤藻(*Oscillatoria agardhii*)、极大螺旋藻(*Spirulina maxima*)、小形色球藻(*C. minor*)、微小色球藻(*C. minutus*)、小胶鞘藻(*Phormidium tenue*)、中华尖头藻(*Raphidiopsis sinensia*)、弯形尖头藻(*Raphidiopsis curvata*)、硅藻门的梅尼小环藻(*Cyclotella meneghiniana*)、小环藻、肘状针杆藻(*Synedra ulna*)、谷皮菱形藻(*Nitzschia palea*)、绿藻门的水溪绿球藻(*Chlorococcum infusionum*)、小球藻(*Chlorella* sp.)、扭曲蹄形藻(*Kirchneriella contorta*)、月牙藻、四尾栅藻(*Scenedesmus quadricauda*)、卵囊藻(*Oocystis* sp.)、在部分采样点形成一定的优势。马颊河浮游植物不同采样点的优势种

表 1 马颊河与徒骇河浮游植物的频度和多度分布

Table 1 Frequency and abundance of phytoplankton in Majia and Tuhai River

项目 Item	河流 River	蓝藻 Cyanophyta	硅藻 Bacillaro- phyta	绿藻 Chloro- phyta	裸藻 Eugleno- phyta	隐藻 Crypto- phyta	甲藻 Pyrro- phyta	黄藻 Xanto- phyta
频度 Frequency	马颊河 Majia River	100.00	100.00	100.00	90.91	100.00	45.45	18.18
	徒骇河 Tuhai River	100.00	100.00	100.00	100.00	90.00	60.00	40.00
多度 Abundance	马颊河 Majia River	53.59	17.51	25.87	0.92	1.83	0.27	0.01
	徒骇河 Tuhai River	28.72	26.26	35.73	6.42	2.56	0.27	0.04

表 2 马颊河浮游植物优势种群及优势度

Table 2 The dominance population and index of phytoplankton in Majia River

优势种群 Dominant species	优势度/% Dominance index										
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
针状蓝纤维 <i>D. acicularis</i>						28.7		23.1			
弱细颤藻 <i>O. tenuis</i>						34.4		30.4	12.8		
阿氏颤藻 <i>O. agardhii</i>	10.6										
极大螺旋藻 <i>S. maxima</i>	61.7	34.0	12.7								
小形色球藻 <i>C. minor</i>		30.8									
微小色球藻 <i>C. minutus</i>					14.5						
小胶鞘藻 <i>P. tenue</i>							25.3				
中华尖头藻 <i>R. sinensia</i>							20.7	21.3			
弯形尖头藻 <i>R. curvata</i>							28.0				
梅尼小环藻 <i>C. meneghiniana</i>			12.4								
小环藻 <i>C. sp.</i>										18.3	
肘状针杆藻 <i>S. ulna</i>							11.2				
水溪绿球藻 <i>C. infusionum</i>			22.5	12.4	30.2						
小球藻 <i>C. sp.</i>									12.2		
谷皮菱形藻 <i>N. palea</i>				11.9	17.0						
扭曲蹄形藻 <i>K. contorta</i>			40.8							13.2	
月牙藻 <i>S. sp.</i>					13.3						
四尾栅藻 <i>S. quadricauda</i>										18.6	
卵囊藻 <i>O. sp.</i>											12.2

群存在一定的变化,并无主要的优势种群,但组成以蓝藻门为主。

由表3可知,在徒骇河的10个采样点中,蓝藻

门的针状蓝纤维藻、弱细颤藻、阿氏颤藻、小颤藻 (*Oscillatoria tenuis*)、极大螺旋藻、小形色球藻、微小色球藻、小胶鞘藻、中华尖头藻、弯形尖头藻,硅藻门的梅尼小环藻、小环藻、肘状针杆藻、谷皮菱形藻,绿藻门的水溪绿球藻、小球藻、扭曲蹄形藻、月牙藻、四尾栅藻、卵囊藻,裸藻门的绿色裸藻,在部分采样点形成一定的优势。徒骇河浮游植物不同采样点的优势种群存在一定的变化,并无主要的优势种群,但组成以蓝藻门为主。

表 3 徒骇河浮游植物优势种群及优势度

Table 3 The dominance population and index of phytoplankton in Tuhai River

优势种群 Dominant species	优势度/% Dominance index									
	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21
针状蓝纤维 <i>D. acicularis</i>							28.7		23.1	
小颤藻 <i>O. tenuis</i>			10.2							
微小色球藻 <i>C. minutus</i>										39.7
小胶鞘藻 <i>P. tenue</i>										32.3
梅尼小环藻 <i>C. meneghiniana</i>		24.5	33.7	13.6	15.9	15.3	28.5	21.9		
小环藻 <i>C. sp.</i>	12.4			31.5		30.4			19.4	
小球藻 <i>C. sp.</i>	13.3									
谷皮菱形藻 <i>N. palea</i>							14.9			
月牙藻 <i>S. sp.</i>										14.2
卵囊藻 <i>O. sp.</i>					10.8					
绿色裸藻 <i>E. viridis</i>							17.2			

同时,参考国内外有关污染指示种及其等级划分的报道<sup>[6]</sup>,根据浮游植物种类鉴定结果,找出代表各种污染类型的指示种(表 4),各个采样点均以指示 β-中污带(β-ms 和 β-α-ms)种类的数量占优势。马颊河与徒骇河占优势的 β-中污指示种(β-ms)的数量值明显高于其他污染生物带的种类,结合马颊

表 4 马颊河与徒骇河浮游植物中的污染指示种  
Table 4 Species indicating pollution in Majia and Tuhai River

污染类型 Trophic status	河流 River	藻类名称 Algae name
富营养型 Eutrophication ( $\alpha$ -ms, $\beta$ - $\alpha$ -ms)	马颊河 Majia River	针状蓝纤维藻( <i>D. acicularis</i> )、铜绿微囊藻( <i>Microcystis aeruginosa</i> )、阿氏颤藻( <i>O. agardhii</i> )、巨颤藻( <i>O. princeps</i> )、梅尼小环藻( <i>C. meneghiniana</i> )、异极藻( <i>Gomphonema</i> sp.)、菱形藻( <i>N. sp.</i> )、肘状针杆藻( <i>S. ulna</i> )、尖针杆藻( <i>S. ulna</i> )、颗粒直链硅藻( <i>Melosira granulata</i> )、变异直链藻( <i>M. varians</i> )、水溪绿球藻( <i>C. infusionum</i> )、锐新月藻( <i>Closterium acerosum</i> )、椭圆卵囊藻( <i>Oocystis elliptica</i> )、弓形藻( <i>Schroederia setigera</i> )、绿色裸藻( <i>E. viridis</i> )、嗜蚀隐藻( <i>Cryptomonas erosa</i> )、卵形隐藻( <i>Cryptomonas Ovata</i> )、角甲藻( <i>Ceratium hirundinella</i> )
	徒骇河 Tuhai River	针状蓝纤维藻( <i>D. acicularis</i> )、铜绿微囊藻( <i>M. aeruginosa</i> )、微小平裂藻( <i>Merismopedia tenuissima</i> )、阿氏颤藻( <i>O. agardhii</i> )、两栖颤藻( <i>O. amphibian</i> )、巨颤藻( <i>O. princeps</i> )、梅尼小环藻( <i>C. meneghiniana</i> )、草鞋形波缘藻( <i>Cymatopleura solea</i> )、异极藻( <i>G. sp.</i> )、菱形藻( <i>N. sp.</i> )、肘状针杆藻( <i>S. ulna</i> )、尖针杆藻( <i>S. ulna</i> )、颗粒直链硅藻( <i>M. granulata</i> )、水溪绿球藻( <i>C. infusionum</i> )、椭圆卵囊藻( <i>O. elliptica</i> )、弓形藻( <i>S. setigera</i> )、绿色裸藻( <i>E. viridis</i> )、嗜蚀隐藻( <i>C. erosa</i> )、卵形隐藻( <i>C. ovata</i> )、角甲藻( <i>C. hirundinella</i> )
中营养型 Mesotrophication ( $\beta$ -ms)	马颊河 Majia River	集星藻( <i>Actinastrum hantzschii</i> )、拟新月藻( <i>Closteriopsis longissima</i> )、胶网藻( <i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> )、空球藻( <i>Eudorina elegans</i> )、实球藻( <i>Pandorina morum</i> )、短棘盘星藻( <i>Pediastrum boryanum</i> )、四尾栅藻( <i>S. quadricauda</i> )、扁圆卵形藻( <i>Cocconeis placentula</i> )、膨胀桥弯藻( <i>Cymbella tumida</i> )、梭形裸藻( <i>Euglena acus</i> )
	徒骇河 Tuhai River	集星藻( <i>A. hantzschii</i> )、拟新月藻( <i>C. longissima</i> )、胶网藻( <i>D. ehrenbergianum</i> )、空球藻( <i>E. elegans</i> )、实球藻( <i>P. morum</i> )、短棘盘星藻( <i>P. boryanum</i> )、四尾栅藻( <i>S. quadricauda</i> )、扁圆卵形藻( <i>C. placentula</i> )、膨胀桥弯藻( <i>C. tumida</i> )、梭形裸藻( <i>E. acus</i> )

河与徒骇河所采水样中浮游植物优势种群特点, 推测两河的水质均为  $\beta$ -中度污染。

2.3 浮游植物的种群数量与水质评价

马颊河与徒骇河各采样点浮游植物的密度如表 5 所示。从浮游植物的种类组成来看, 马颊河中蓝藻的平均密度最高, 为  $12.017 \times 10^6$  个/L, 占浮游植物平均密度的 53.59%, 其次为绿藻, 平均密度为  $5.802 \times 10^6$  个/L, 占浮游植物平均密度的 25.87%。徒骇河中绿藻的平均密度最高, 为  $4.985 \times 10^6$  个/L, 占浮游植物平均密度的 35.73%, 其次为蓝藻, 平均密度为  $4.006 \times 10^6$  个/L, 占浮游植物平均密度的 28.72%。

从浮游植物密度的水平分布来看, 各采样点浮游植物的密度呈现出一定差别, 马颊河中浮游植物的密度为  $2.212 \times 10^6 \sim 67.005 \times 10^6$  个/L, 徒骇河为  $0.187 \times 10^6 \sim 49.366 \times 10^6$  个/L。

根据浮游植物密度评价水质标准<sup>[10]</sup>, 评价马颊河和徒骇河水质结果为: 马颊河为寡污型- $\beta$ -中污- $\beta$ -中污型, 仅 S6 采样点为  $\alpha$ - $\beta$ -中污型, S6 采样点浮

游植物的平均密度最高, 为  $67.005 \times 10^6$  个/L, 可能与该采样点附近建成的一钢筋水泥大桥和两岸种植的大量芦苇、玉米、杨树等有关, 同时生活污水的排放也使附近水域的营养盐浓度增加。徒骇河为寡污型- $\beta$ -中污- $\beta$ -中污型, 仅 S21 采样点为  $\alpha$ - $\beta$ -中污型, S21 采样点浮游植物的平均密度最高, 为  $49.366 \times 10^6$  个/L, 可能与该采样点附近一生产糠醛的工厂有关, 同时生活污水的排放也使附近水域的营养盐浓度增加。

2.4 浮游植物多样性指数与水质评价

浮游植物的 Shannon-Weaver 指数、Margalef 指数和 Pielou 指数, 马颊河分别为 2.48~4.64、3.62~9.91 和 0.47~0.84, 徒骇河分别为 3.04~4.57、2.94~10.15 和 0.63~0.82(表 6)。

应用 Shannon-Weaver 指数、Margalef 指数和 Pielou 指数评价水质的标准<sup>[10-12]</sup>评价马颊河与徒骇河的水质现状, 结果是马颊河为  $\beta$ -中污型—清洁-寡污型, 徒骇河为清洁-寡污型, 仅 S21 采样点的 Margalef 指数判断为  $\alpha$ -中污。

表 5 马颊河与徒骇河各采样点浮游植物的密度

Table 5 Density of phytoplankton in each station of Majia and Tuhai River

×10<sup>6</sup>/L

河流 River	采样点 Station	蓝藻 Cyanophyta	硅藻 Bacillario- Phyta	绿藻 Chloro- phyta	裸藻 Eugleno- phyta	隐藻 Crypto- phyta	甲藻 Pyrro- phyta	黄藻 Xantho- phyta	合计 Total
马颊河 Majia River	S1	5.815	0.103	0.630	0.103	0.360	0.000	0.000	7.011
	S2	2.115	0.008	0.587	0.023	0.201	0.000	0.000	2.934
	S3	0.965	0.618	1.788	0.000	0.051	0.013	0.000	3.435
	S4	1.332	5.616	23.583	0.116	2.046	0.174	0.019	32.886
	S5	6.523	1.949	19.260	0.521	0.618	0.000	0.000	28.871
	S6	49.366	16.115	1.235	0.270	0.019	0.000	0.000	67.005
	S7	31.168	6.060	1.563	0.212	0.058	0.058	0.000	39.119
	S8	30.164	7.681	0.753	0.096	0.174	0.309	0.019	39.196
	S9	0.476	0.437	1.068	0.064	0.064	0.103	0.000	2.212
	S10	1.930	1.583	8.993	0.425	0.096	0.000	0.000	13.027
	S11	2.335	3.011	4.362	0.425	0.830	0.000	0.000	10.963
平均 Average		12.017	3.926	5.802	0.205	0.411	0.060	0.003	22.424
徒骇河 Tuhai River	S12	0.764	0.718	0.733	0.093	0.224	0.008	0.015	2.555
	S13	0.836	1.634	1.415	0.219	0.142	0.039	0.026	4.311
	S14	2.509	5.693	3.146	1.409	0.540	0.174	0.000	13.471
	S15	1.621	5.236	3.564	0.232	0.322	0.026	0.013	11.014
	S16	2.991	2.509	6.137	0.907	0.116	0.000	0.000	12.66
	S17	3.242	13.162	4.419	4.921	1.216	0.019	0.000	26.979
	S18	0.019	0.115	0.036	0.002	0.010	0.000	0.005	0.187
	S19	5.674	2.689	2.110	0.347	0.129	0.116	0.000	11.065
	S20	1.004	2.213	3.590	0.219	0.875	0.000	0.000	7.901
	S21	21.402	2.663	24.703	0.598	0.000	0.000	0.000	49.366
	平均 Average		4.006	3.663	4.985	0.895	0.357	0.038	0.006

表 6 马颊河与徒骇河各采样点浮游植物的多样性指数和均匀度

Table 6 Diversity indexes and evenness of phytoplankton in each station of Majia and Tuhai River

河流 River	采样点 Station	Shannon-Weaver 多样性指数 Shannon-Weaver index	Margalef 指数 Margalef index	Pielou 指数 Pielou index
马颊河 Majia River	S1	2.48	6.60	0.47
	S2	2.81	3.62	0.65
	S3	3.93	6.13	0.79
	S4	3.22	7.41	0.57
	S5	3.58	4.53	0.72
	S6	2.63	5.76	0.48
	S7	3.05	4.62	0.60
	S8	2.69	5.49	0.51
	S9	4.28	7.86	0.83
	S10	4.43	6.53	0.84
	S11	4.64	9.91	0.80
平均 Average		3.43	6.22	0.66
徒骇河 Tuhai River	S12	4.31	7.82	0.80
	S13	4.43	10.15	0.77
	S14	3.96	8.54	0.70
	S15	3.94	8.58	0.69
	S16	4.19	8.11	0.75
	S17	3.54	7.48	0.63
	S18	4.09	6.53	0.75
	S19	3.71	9.24	0.64
	S20	4.57	8.03	0.82
	S21	3.04	2.94	0.68
	平均 Average		3.98	7.74

### 3 讨论

浮游植物作为水域环境中的主要初级生产者之一,是水生态系统的重要成员,对水体营养状态的变化能迅速作出反应,其种类组成、优势种、种群数量和多样性是水质污染状况和营养水平的重要标志,可作为水质生物监测指标用于水质评定<sup>[13]</sup>。目前已有较多文献报道利用浮游植物来评价水库和湖泊的水质状况,但用于评价河流的水质状况的相对较少,直至近年来才较为多见<sup>[14]</sup>。

从浮游植物的数量来看,马颊河中蓝藻占绝对优势,其数量占藻类总量的 53.59%,而徒骇河中绿藻占优势,其数量占藻类总量的 35.73%。马颊河与徒骇河的浮游植物种类组成中均以硅藻和绿藻的种类最多,两河中硅藻和绿藻共有 101 种,占种类总数的 66.4%。这与国内许多河流藻类的组成类似<sup>[15]</sup>。从浮游植物的种类组成和数量都可看出,马颊河与徒骇河中蓝藻和绿藻为优势类群,浮游植物的群落结构均属于蓝—绿藻型。

根据张觉民等<sup>[2]</sup>的报道,从东北到华北河流中浮游植物的密度均趋于降低,至黄河达到最低值,再向南又趋于升高,到华南浮游植物的密度重新上升到与东北河流同一数量级。马颊河与徒骇河浮游植物的密度高于珠江、长江水系的河流,远远高于黄河干流。一般认为浮游植物或多或少存在时空上的不规则分布,这是由诸如温度、水流和光照等各种环境因子和种间关系作用的结果。据统计结果,马颊河与徒骇河的浮游植物密度的水平分布呈现出一定差别,这与洪松等<sup>[15]</sup>的调查结果是一致的。

徒骇河浮游植物生物多样性指数较高,Shannon-Weaver 指数平均为 3.98, Margalef 指数平均为 7.74,说明其浮游植物群落组成的重复性小,群落的稳定性大,水域环境良好;马颊河浮游植物生物多样性指数都在 2.0 以上,水域环境和群落组成的重复性、稳定性与徒骇河相比略低。根据生物多样性评价水污染标准<sup>[16-19]</sup>,徒骇河属于轻污染,马颊河属于中污染,这与 2009 年海河流域水环境监测中心对流域内 92 个重点水功能区(其中 4 处全年河干)的水质进行监测后得出的结论是一致的。由于各个水域的生态环境、污染源、污染类型不同,此评价仅是利用生物多样性指数进行的初步评价,如结合其他评价指标,其结论将更全面,因此此评价仅作为参考。

污染指示种是指在不同污染程度下存在一些特定的种类。调查发现马颊河与徒骇河中  $\beta$ -中污带的指示种类较多,偶见寡污带的指示种类,以此判断两河的水质均为  $\beta$ -中度污染,这与从浮游植物的种类组成、种群数量判断是一致的,但这和多样性指数判断马颊河为  $\beta$ -中污型—清洁-寡污型,徒骇河为清洁-寡污型有些差别,这说明各项生物学评价指标应当结合使用才能得出正确的结论。

对马颊河与徒骇河的藻类的种类组成、优势种、种群数量和多样性综合分析,认为马颊河与徒骇河的水质营养状态良好,但是可能正在从中营养向富营养发展,因此应当引起重视并采取措施,以免水质恶化。

### 参 考 文 献

- [1] 吴恢碧,李谷,陶玲,等.循环流水池塘养殖系统浮游植物群落结构与特征[J].华中农业大学学报,2008,27(5):648-653.
- [2] 张觉民,何志辉.内陆水域渔业自然资源调查手册[M].北京:农业出版社,1991:12-241.
- [3] 胡鸿钧,李尧英,魏印心,等.中国淡水藻类[M].上海:上海科学技术出版社,1983:9-411.
- [4] 章宗涉,黄祥飞.淡水浮游生物研究方法[M].北京:科学出版社,1991:336-339.
- [5] 卢海声,庄惠如.晋江龙湖浮游植物与水质评价的研究[J].福建师范大学学报:自然科学版,1997,13(3):86-90.
- [6] 福迪·B(捷).藻类学[M].上海:上海科学技术出版社,1980:422-428.
- [7] 沈韞芬,章宗涉,龚循矩,等.微生物监测新技术[M].北京:中国建筑工业出版社,1990:119-151.
- [8] MAGURRAN A E. Ecological diversity and its measurement [M]. New Jersey: Princeton University Press, 1988.
- [9] WHITTAKER R H. Evolution of measurement of species diversity[J]. Taxon, 1972, 21: 213-251.
- [10] 况琪军,马沛明,胡征宇,等.湖泊富营养化的藻类生物学评价与治理研究进展[J].安全与环境学报,2005,5(2):87-91.
- [11] 周广杰,况琪军,胡征宇,等.三峡库区 4 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.
- [12] 舒俭民,杨荣金,孟伟,等.空难对湿地浮游植物的影响[J].环境科学研究,2006,19(2):100-103.
- [13] 郭沛涌,沈焕庭.河口浮游植物生态学研究进展[J].应用生态学报,2003,14(1):139-142.
- [14] 管越强,郭宇学.拒马河浮游植物群落特征及水质评价[J].河北大学学报:自然科学版,2007,27(4):401-406.
- [15] 洪松,陈静生.中国河流水生生物群落结构特征探讨[J].水生生物学报,2002,26(3):295-305.
- [16] 张光贵.用综合生物指数法评价水质[J].环境监测管理与技术,2000,12(5):27-29.

- [17] 白羽, 颜世发. 以浮游植物的群落结构特征评价水质污染的研究[J]. 农垦师专学报, 1995(3): 57-59. [J]. 鹤城环境, 1994, 18(2): 26-31.
- [18] 周宴敏, 王庆忠, 尉学玲. 运用生物学指标评价水质污染状况 [J]. 环境科学动态, 1994(1): 6-9.
- [19] 由文辉. 我国利用水生生物评价水质的研究进展[J]. 环境科学动态, 1994(1): 6-9.

## Phytoplankton community characterization and preliminary evaluation on water quality of Majia and Tuhai River in Haihe River basin

SONG Fen<sup>1</sup> WANG Wei-min<sup>1</sup> SHAN Bao-qing<sup>2</sup> YAN Li-qing<sup>3</sup> LI Jie<sup>1</sup> ZHOU Jie<sup>1</sup>

1. College of Fisheries, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China;

2. Research Center for Eco-environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China;

3. Fisheries Company of Zhanghe Reservoir, Jingmen 448156, China

**Abstract** The investigation of phytoplankton community characterization including species composition, population size, dominant species and saprobic indicators was conducted in order to evaluate the water quality of Majia and Tuhai River in Haihe River basin. The results revealed that 126 species of phytoplankton belonging to 7 phyla and 67 genera existed in Majia River, while 114 species of phytoplankton belonging to 7 phyla and 63 genera were found in Tuhai River. Chlorophyta was the richest algae in both rivers, followed by Bacillariophyta and Cyanophyta. Cyanophyta, Chlorophyta and Bacillariophyta were found in all the sampling sites (the frequency was 100%). Cyanophyta was absolute the majority in Majia River in population, which accounted for 53.59%, while the Chlorophyta was predominant in Tuhai River, which accounted for 35.73%. The average density of phytoplankton in Majia and Tuhai River were  $22.424 \times 10^6$  ind./L and  $13.950 \times 10^6$  ind./L, respectively. The Shannon-Weaver index, Margalef index and Pielou index varied among 2.48-4.64, 3.62-9.91 and 0.47-0.84 in Majia River, while 3.04-4.57, 2.94-10.15 and 0.63-0.82 in Tuhai River, respectively. The water quality of both rivers was preliminary evaluated based on above results. In conclusion water quality was good, can be labeled as mesotrophic, but had the potential to turn to eutrophication. So we should pay attention to protect the water quality and enhance the management of the both rivers.

**Key words** Majia River; Tuhai River; phytoplankton; water quality assessment

(责任编辑:边书京)