

## 浙江瓯江开潭水库库区浮游植物与水质的关系\*

朱圣潮<sup>1</sup> 何爱兰<sup>2</sup>

(1: 浙江省丽水师范专科学校生物系, 丽水 323000; 2: 浙江省丽水市环境监测中心站, 丽水 323000)

**提 要** 通过2001年7月-2002年6月对瓯江开潭水库库区水体浮游植物的调查, 以及对溶解氧和叶绿素a等理化指标的逐月测定, 结果表明: 该水域共有浮游植物7门40属82种(包括变种), 其中以绿藻门和硅藻门的种类占优势, 浮游植物的群落类型为绿藻型和硅藻型为主, 种类和数量随季节和水域不同而呈现差异, 水体营养特征为浮游植物响应型, 水体向中营养化发展趋势明显, 部分水体受到不同程度污染.

**关键词** 浮游植物 中营养 开潭水库  
**分类号** P949.2 X832

瓯江是浙江第二大河,源于浙西南的庆元县,流经龙泉市、云和县、丽水莲都区、青田县、永嘉县、温州市而注入东海.开潭水库库区位于瓯江中游丽水市区段,也称大溪.该段河流枯水期平均水面宽度120m,平均水深1.70m,丰水期平均河宽300m,平均水深3.8m.1999年12月国务院批准丽水市为全国第四个生态示范试点区,作为浙西南中心城市的丽水市区,在城市生态建设规划中,提出一系列有关瓯江综合治理和利用的措施,其中包括至2004年底在瓯江丽水市区段厦河塔下处筑坝蓄水,将瓯江丽水市区段及支流好溪的一部分建成一座水面达5.2km<sup>2</sup>的人工湖——开潭水库.建成后的开潭水库全长近14km,平均宽380m,平均水深4.2m,湖中保留古城屿和枇杷屿两个湖心岛,使之成为瓯江中游的重要水利风景区,可大为改善丽水市区的生态环境.作者几年来对丽水市区主要河道及瓯江丽水水段浮游植物与水质进行了调查分析,为丽水市区生态环境保护提供本底资料.

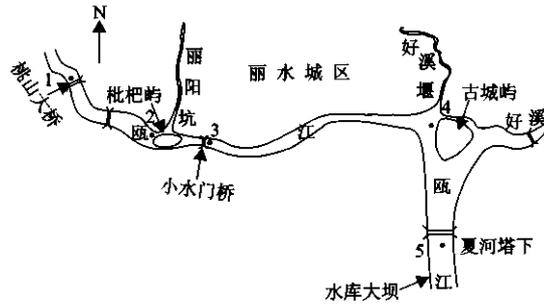


图 1 采样点分布图  
Fig.1 Sampling stations in Oujiang

### 1 方法

采样点分布见图1.根据瓯江丽水市区段的自然环境和地理特点,沿瓯江丽水市区段从上游至下游依次选取桃山大桥(1号)、枇杷屿(2号)、小水门大桥(3号)、古城村口(4号)、厦河塔下(5号)五个具有一定

\* 2002-11-08 收稿; 2003-04-21 收修改稿. 朱圣潮, 男, 1964年生, 副教授.

代表性的监测点, 2001年7月-2002年6月逐月于水表下20cm处采集水样, 并记录水体pH值 (pH试剂法)、水温、水深和透明度 (黑白板法) 等常规数据.

对所采集水样进行浮游植物的种类组成、优势种、种群类型、溶解氧、叶绿素a等进行分析, 分析方法按规范进行<sup>[1, 2]</sup>.

## 2 结果

### 2.1 浮游植物群落现状调查期间

在五个监测点水体中采集的水样共记录到浮游植物82种 (包括变种), 隶属于7门40属<sup>[3-6]</sup>, 其中绿藻门15属34种, 占全部种数的41.46%; 硅藻门12属23种, 占28.05%; 蓝藻门6属10种, 占12.02%; 裸藻门2属7种, 占8.54%; 甲藻门2属3种, 金藻门2属3种, 隐藻门1属2种. 各采样点不同月份藻种数量统计结果见表1, 不同季节藻类个体数统计结果见表2, 各采样点藻量的周年变化情况见图2, 各取样点年均总藻量和各主要门藻量及其所占总量的百分比见表3.

表1 各采样点不同月份藻种数

Tab.1 Species number of algae in each sampling points

样 点	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
桃山大桥	25	27	38	38	27	19	21	20	35	37	35	36
枇杷 岛	36	32	41	47	36	25	14	32	48	56	48	65
小水门桥	50	52	58	47	45	46	20	15	24	38	49	54
古 城	45	49	43	38	61	44	38	39	47	54	50	66
塔 下	28	29	34	35	23	20	17	16	22	30	33	35

表2 各采样点不同季节藻数量 ( $\times 10^5$  ind./L)

Tab.2 The individual number of algae in each sampling points

样 点	夏季 (6-8月)			秋季 (9-11月)			冬季 (12-次年2月)			春季 (3-5月)		
	最高月,	最低月,	平	最高月,	最低月,	平均	最高月,	最低月,	平	最高月,	最低月,	平均
桃山大桥	45.11	36.27	41.65	39.08	23.45	31.80	30.78	24.92	27.34	37.54	31.61	35.22
枇 杷 岛	48.77	33.56	43.27	50.38	29.50	37.04	30.11	17.58	23.98	31.35	27.34	29.86
小水门桥	38.09	33.79	35.83	39.88	27.44	34.55	26.55	16.02	20.30	31.08	28.90	30.01
古 城	49.06	39.80	45.87	46.09	43.85	45.26	43.34	29.17	35.06	38.96	32.32	36.61
塔 下	40.56	34.82	38.03	43.32	37.20	40.73	26.46	23.05	24.78	30.35	22.57	27.19

各采样监测点水体中浮游植物群落 的优势种较为明显而稳定, 常见的有: 镰形纤维藻 (*Ankistrodesmus falcatus*)、四尾栅藻 (*Scenedesmus quadricauda*)、针状蓝纤维藻 (*Dactylococcopsis acicularis*)、十字藻 (*Crucigenia apiculata*)、星芒小环藻 (*Cyclotella stelligera*)、尖针杆藻 (*Synedra acus*)、皱褶舟形藻 (*Navicula plicata*)、优美平裂藻 (*Merismopedia elegans*) 等. 枇杷岛和古城岛水体中还经常有以水花束丝藻

(*Aphanizomenon flos-aquae*)、绿裸藻 (*Euglena viridis*)、水花鱼腥藻 (*Anabaena flos-aquae*)、浮游念珠藻 (*Nostoc planctonicum*)等优势种出现. 各采样点水体中一年内经常出现的浮游藻类有: 镰形纤维藻、四尾栅藻、十字藻、颗粒直链藻 (*Melosira granulata*)、尖尾蓝隐藻 (*Chroomonas acuta*)、皱褶舟形藻、星芒小环藻、尖针杆藻、细小平裂藻、绿裸藻、缢缩脆杆藻 (*Fragilaria construens*)、小桥穹藻 (*Cymbella parva*)、狭异端藻 (*Gomphonema angustatum*)、水花束丝藻、浮游念珠藻等. 总的来看, 优势种的组成和分布在各样点变化不明显, 但季节差异较显著, 春季以硅藻门的尖针杆藻、皱褶舟形藻, 绿藻门的四尾栅藻、十字藻等占优势, 夏季以硅藻门的星芒小环藻、颗粒直链藻、小桥穹藻, 绿藻门的镰形纤维藻, 蓝藻门的水花束丝藻、细小平裂藻和裸藻门的绿裸藻占优势, 秋季以硅藻门的缢缩脆杆藻、狭异端藻, 绿藻门的镰形纤维藻, 蓝藻门的浮游念珠藻及裸藻类等占优势. 组成开潭水库库区水体浮游植物群落常见的有: 以水花束丝藻—细小平裂藻为优势种的蓝藻型群落, 以皱褶舟形藻—星芒小环藻为优势种的硅藻型群落, 以四尾栅藻—镰形纤维藻为优势种的绿藻型群落, 以十字藻—尖针杆藻为优势种的绿藻硅藻型群落, 以绿裸藻—浮游念珠藻为优势种的裸蓝藻群落<sup>[7,8]</sup>.

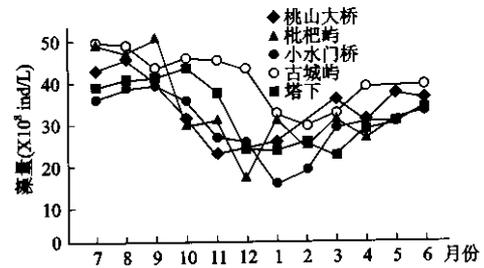


图2 各采样点藻量的逐月变化

Fig.2 The seasonal variation of individual number of algae in each sampling point

表3 各采样点总藻量和各主要门藻量 (×10<sup>6</sup> ind./L) 及其所占总量的百分比

Tab.3 The total individual numbers and percentages of algae in each sampling point

样点	总藻量	绿藻	硅藻	蓝藻	裸藻
桃山大桥	35.67	14.71	13.93	3.05	2.85
枇杷屿	32.95	11.59	12.34	6.10	2.16
小水门桥	32.04	12.85	12.26	4.30	2.27
古城	39.88	10.94	14.27	8.40	4.33
塔下	33.17	15.04	8.16	7.43	2.25

2.2 溶解氧 (DO)、叶绿素a及各项理化指数.

各样点所采集水样的溶解氧、叶绿素a和各项理化指数监测分析见表4.

3 讨论与分析

(1) 浮游植物种类. 由于瓯江水体流动性较大, 开潭水库筑坝蓄水前平均水深不足2m, 所以浮游植物总量并不是很大, 从表3可见, 硅藻和绿藻合计数, 在各样点分别占浮游植物总量的80.29%, 72.62%、78.36%、63.21%和69.92%, 明显占多数, 可以认为该水体浮游植物以绿藻和硅藻占明显优势. 生物量数据统计结果表明, 也与藻量的分布基本相符. 水体中浮游植物在周年内能形成相对稳定的群落, 且优势种类较明显, 优势种的类型决定了群

落特征, 因此, 可以为该水体浮游植物群落是以典型的绿藻型和硅藻类型为主, 蓝藻型和裸藻型次之, 间有蓝藻——裸藻型和绿藻—硅藻型群落. 库区水体是较典型的贫营养型向中营养型过渡营养水体, 这也可以从所出现的群落优势种, 大多属于中营养型和贫营养型指示种得到反映<sup>[9-12]</sup>.

表4 各样点水体理化参数<sup>1)</sup>

Tab.4 The data of major physicochemical parameters in each sampling point

样点	透明度 (cm)	pH	DO (mg/L)	COD (mg/L)	BOD <sub>5</sub> (mg/L)	Chl.a (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	
桃山大 桥	YH	48	7.40	8.26	2.36	1.96	112.28	1.09	0.42
	YL	18	7.25	4.70	1.84	0.61	38.26	0.35	0.15
	YA	32	7.32	7.45	2.02	1.24	76.56	0.67	0.20
枇杷屿	YH	45	7.38	8.61	5.53	3.02	130.54	2.31	0.46
	YL	15	7.18	3.19	2.48	1.17	46.45	0.38	0.16
	YA	25	7.27	5.08	3.29	2.33	91.62	1.11	0.27
小水门 桥	YH	见底	7.28	9.00	6.45	4.28	96.76	2.02	0.48
	YL	15	7.16	2.45	3.11	2.75	32.08	0.38	0.14
	YA	25	7.21	5.55	5.09	3.19	63.03	0.70	0.28
古 城	YH	见底	7.32	9.38	8.15	5.65	141.93	2.89	0.37
	YL	10	7.08	1.60	4.22	2.61	48.77	1.62	0.19
	YA	20	7.19	6.68	5.86	3.80	88.94	2.25	0.28
塔 下	YH	70	7.28	8.34	7.93	1.14	120.55	1.86	0.33
	YL	25	7.25	4.58	3.03	1.02	50.85	0.26	0.09
	YA	40	7.27	7.23	4.81	1.06	79.88	0.77	0.18

1) YH、YL、YA分别表示年内高点、低点和平均值. 表中除透明度 (cm)、Chl.a( $\mu\text{g/L}$ )和pH外均以mg/L为单位.

(2) 藻类的数量和种类间的差异. 绿藻以塔下和桃山大桥处为最丰富, 硅藻以桃山大桥和小水门桥处为多, 枇杷屿、古城两处则相对增加了蓝藻和裸藻的数量, 这也与各监测点的地理特征和水体受污染情况相吻合. 桃山大桥位于丽水市区西部, 除受到附近农田排污影响外, 所受污染都较轻微, 因此水质较好; 枇杷屿水体则受到瓯江丽阳坑支流的影响, 丽阳坑源于市区北面白云山的涧溪, 自北向南贯穿丽水市区西北部, 沿溪居民生活排污及市中心医院、纤维厂等污水都被带入瓯江, 枇杷屿岛上建有全市规模最大的木材加工厂, 其木材加工废渣、废弃物、废水直接倾入瓯江, 且以上各污染源大多为耗氧有机物, 进入水体后, 它们在分解时会消耗大量水中的溶解氧, 虽目前瓯江因水流较急, 这些污染物真正存留时间不会太长, 但若今后开潭水库建成后, 势必会严重污染水环境; 小水门大桥监测位置在纳爱斯公司、浙南精细化工厂和市制革厂的下游处, 这几家企业都是排污大户, 纳爱斯公司的治污工程已经完工, 其工业废水从本次调查周期来看, 已基本不构成对瓯江水体的污染, 但另外几家企业由于经济效益不景气, 治污措施尚不得力, 酸、碱、盐等无机污染物和耗氧有机物、重金属污染物等仍源源不断的排入瓯江, 使小水门桥附近水

体受到污染；古城水体除主要源于瓯江主干道外，还有丽水市区的环城河及贯穿市区东南部工业和生活区的好溪堰两条支流的影响，环城河和好溪堰是丽水市区主要生活区的小型河道，附近居民和工厂把各种废水、废物、废渣都往其中排放，特别是环城河水质堪与八十年代的京杭运河杭州市区段相比，污染相当严重，除了每年梅雨季节及台风降雨时有明显稀释冲刷外，其大部分污染物都得不到清除，因此在古城村口水体中出现较多的蓝藻和裸藻（实际上在该两支流的排入口厦河村附近水质更差）；塔下水体位于好溪与瓯江主干道交汇的下游处，好溪源于浙江磐安，经缙云县至丽水市区南面而汇入瓯江，属山溪性河流，除带有少量农田排污外，城市排污影响不大，因此，以绿藻类和硅藻类为主<sup>[10]</sup>。各取样点相关理化数据（表4）及藻类种类和数量的多少，一定程度上反映了其水质现状。

(3) 水体指标藻类。从表1、表2和图2可知，各样点藻种和藻量的低值出现在12月至次年2月之间，峰值则出现在8-10月或4-5月。各采样点之间浮游植物的种类及优势种在周年内出现季节差异较为明显<sup>[10,11]</sup>。5-6月为丰水期，又正值汛期，降雨较多，且处于春夏之交，是大多数绿藻、硅藻和蓝藻的繁殖盛期；到了夏秋季节，则出现藻类生物量高峰，此时的瓯江水温较适宜浮游藻类的生长和繁殖及群落的形成，大量藻类通过细胞分裂产生了新的后代，使水体中藻类急剧增加；冬季枯水期水量较小，瓯江藻类数量总体也较少。丰水期以各种绿藻、硅藻为主，平水期和枯水期则蓝藻和裸藻的数量和种类相应增加，主要是各种污染物在瓯江水体中的存留时间及排放量不同所致，各样点的溶解氧和叶绿素a含量测试结果也与此基本吻合，浮游藻类的季节性变化除与水量大小和水温变化有关外，也与水体中营养盐的含量及水体透明度等因素有关，从表4中可看出氮、磷含量的高低与藻类数量的多少，呈正相关，瓯江水体的氮、磷元素及其它污染物的含量本身既与工农业生产排污和城市生活污水的排放有关，又与江水流速及水量有关，当污染物排放量大，且处于枯水期或平水期时，营养元素及污染物的浓度就相对较高，水体透明度就低，富营养性藻种就多，若又正值水温较高的藻类繁殖季节，则藻类数量也就较大。开潭水库库区水体属山溪性河流，筑坝蓄水之前，因水流特征而可见：中流藻类（枯水期较多），喜流水藻类（平水期和枯水期较多），嫌流水藻类（平水期，枯水期的浅潭处）。在平水期和枯水期，水体透明度大，营养物相对贫乏，流速相对较快，使藻类能不断得到新的营养物质的供应，此时，虽然流水中营养物贫乏，但事实上营养物是充足的。充足的光线和温度也十分适宜于浮游藻类的生长和繁殖<sup>[12]</sup>，尤其是到了丰水期，水体流速减慢，氮、磷等的大量排放，使瓯江水体浮游藻类的个体数和种类急剧上升，个别江段水体中甚至出现水华现象。

对瓯江丽水市区段浮游植物调查结果，表明该水体属浮游植物响应型，种类组成以绿藻和硅藻为主，优势种以小环藻、脆杆藻、四尾栅藻、纤维藻等中营养型和贫营养性指标藻种为主，水体受城区及农村各污染源的严重影响，但由于水体流动性大，污染还只体现在动态效果上，浮游藻类分布和生物量因地理位置和季节变化而出现不同。目前瓯江水质总体属于Ⅱ类水标准<sup>[13]</sup>，部分河段尤其是城区段水质在三类以下。开潭水库建成后，属于河流型水库，库内水体的流动性将比现在大为减弱，届时，若还没有有效地控制各污染源，任由污染物排入库区水体，势必引起水质恶化，丽水要建成国家级生态示范区和创省文明卫生城市任重而道远。

## 参 考 文 献

- 1 章宗涉、黄祥飞. 淡水浮游生物研究方法. 北京: 科学出版社, 1991
- 2 金相灿等. 湖泊富营养化调查规范(第二版). 北京: 中国环境科学出版社, 1990
- 3 福迪 B. 藻类学. 上海: 上海科技出版社, 1979
- 4 韩茂森等. 淡水浮游生物图谱. 北京: 农业出版社, 1978
- 5 大连水产学院. 淡水生物学. 北京: 农业出版社, 1982
- 6 项斯端. 杭州西湖的浮游藻种的调查. 杭州大学学报, 1983,10(增): 95-102
- 7 项斯端. 杭州西湖的浮游蓝藻及其类型. 杭州大学学报, 1983,10(增): 75-87
- 8 项斯端. 西湖藻量动态及其超富营养化生态系统. 杭州大学学报, 1983,10(增): 89-94
- 9 吴洁、虞左明. 西湖浮游植物的演替及富营养化治理措施的生态效应. 中国环境科学, 2001, 21(6): 540-544
- 10 朱圣潮. 瓯江大溪的浮游藻类与水体污染. 杭州师范学院学报, 2001,18(2): 26-28
- 11 李春艳等. 二龙山水库水体富营养化研究. 环境科学研究, 2002,15(3): 1-6
- 12 吴洁等. 西湖叶绿素a周年动态变化及藻类增长潜力试验. 湖泊科学, 2001,13(2): 143-148
- 13 张辉. 污染生态学. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 2000: 114-122

## Study on Phytoplankton and Water Quality in Kaitan Reservoir Area of Oujiang River, Zhejiang Province

ZHU Shengchao<sup>1</sup> & HE Ailan<sup>2</sup>

(1: Biology Department of Lishui Teachers College, Zhejiang Province, Lishui 323000, P.R.China ;

2: Lishui Environment Monitor Center Station, Zhejiang Province, Lishui 323000, P.R.China)

### Abstract

According to the investigations in Kaitan reservoir area of Oujiang river, Zhejiang Province from July 2001 to June 2002, 82 species of phytoplankton were identified, which belongs to 7 division and 40 genera. The dominant species were Bacillariophyceae and Chlorophyceae. The type of phytoplankton community is Chlorophyceae type and Bacillariophyceae type. The species and numbers of phytoplankton in different seasonals and water areas showed marked variation. The nutritive peculiarity belongs to responding type of phytoplankton. The development tendency of mesotrophic condition for water body were clear with part of water body suffering in some degree from pollution.

**Keywords:** Phytoplankton; mesotrophic; Kaitan Reservoir