

南水北调中线水源区浮游植物*

李运贤¹, 张乃群¹, 李玉英¹, 杜敏华¹, 庞发虎¹, 胡兰群², 施建伟²

(1: 南阳师范学院生物系, 南阳 473061)

(2: 南阳市环境保护监测站, 南阳 473000)

摘要:通过对南水北调中线水源区水体浮游植物的调查, 结合理化指标的逐月测定, 结果表明: 该水域共有浮游植物 8 门 40 属 71 种(包括变种), 其中以硅藻门的种类占优势, 浮游植物的种类和数量随季节和水域不同而呈现差异, 浮游植物对水体污染具有较好的指示作用, 水体为寡污型水体. 本研究为建立中线水源区长期生态研究数据信息库及库区生态环境保护政策制定提供科学依据.

关键词:南水北调中线水源区; 浮游植物; 生物检测; 水质评价

Study on Phytoplankton and Evaluation of Water Quality in Water Source Area of Middle Line Project of Transferring Water from South to North

LI Yunxian¹, ZHANG Naiqun¹, LI Yuying¹, DU Minhua¹, PANG Fahu¹, HU Lanqun² & SHI Jianwei²

(1. Department of Life Science, Nanyang Teachers' College, Nanyang Henan 473061, P. R. China)

(2. Nanyang Environmental Prevention and Supervision Station, Nanyang Henan 473000, P. R. China)

Abstract: According to the investigations in water source area of the middle line project of transferring water from south to north in March, May, September and November 2004, 71 species and its variant of phytoplankton were identified, which belong to 8 phylum and 40 genera. The dominant species were Bacillariophyta. The species and the numbers of phytoplankton in different seasons and water areas showed marked variation. The water pollution could be indicated by phytoplankton. The nutrition type of water source area could be regarded as mesotrophy. This study would provide scientific base for the data bank of long-term ecological research and the policy of ecological environmental protection on the middle line project.

Keywords: Water source area of the middle line project of transferring water from south to north; biological monitoring; water quality assessment

南水北调工程是我国水资源调整的一项伟大的战略性基础工程^[1]. 南水北调中线工程将全面有效缓解沿途京、津、冀、豫等省市的用水危机, 不仅可解除汉江流域洪涝的威胁, 而且将改善生态环境, 支持经济和社会的可持续发展. 中线工程总干渠从河南省南阳市淅川县陶岔取水北上到北京玉渊潭, 全长 1399 km, 最后分别调入京、津等城市, 其供水目标主要是为渠道沿线大中城市的居民生活和工农业生产提供安全和洁净的生活用水、工农业用水和生态用水. 因此, 对水源供水质量的要求既要有相对的高标准, 又要有长期的稳定性.

在水环境中, 许多化合物和潜在的污染物质所产生的有害效应, 其浓度往往是现有的分析手段无法测出的. 水环境决定了水生生物种群或群落结构特征, 生物的个体、种群或群落的变化, 可以客观反映出水体质量的变化规律^[2]. 依据上述生态学原理, 在生态调查基础上从物理学、化学、生物学角度综合评价南水北调中线水源水质才是科学的, 且通过水生生物资源的调查, 将为可持续开发和保护水产生物资源及制定水源保护措施提供科学依据.

根据文献资料, 尚未见有从浮游植物方面对丹江口水库进行生态监测的研究报道. 本研究在生态调查

* 河南省自然科学基金项目资助. 2005-01-24 收稿; 2005-04-19 收修改稿.

李运贤, 1966 年生, 男, 讲师; E-mail: lyx@nytc.edu.cn.

基础上,对南水北调中线水源区渠首(陶岔)、库心(小太平洋)和大石桥(丹江入库上游)三个监测点进行了浮游植物检测和理化监测(国家环境监测总站授权南阳市环境保护监测站监测^[2]),以期对中线水源水质做出科学的评价。

1 研究地自然概况

南水北调中线水源区(丹江口水库)位于豫、鄂、陕三省的交界处,取水源头在河南省南阳市境内包括西峡、淅川和内乡三个县(111°01′-111°18′E,32°55′-33°48′N),库区面积 $8 \times 10^6 \text{ hm}^2$,总库容量达 $1.74 \times 10^{10} \text{ m}^3$,平均水深为23 m,最大水深50 m。西邻陕西省,南接湖北省,北边为河南省三门峡市卢氏县、洛阳市栾川县,东边与南阳市的内乡县、邓州市相接壤,处于北亚热带向暖温带的过渡带。区域内地形复杂,地势自西北向东南倾斜,北有伏牛山主脉老界岭为屏障,最高海拔处2212.5 m,东南地势下降,海拔最低处120 m,当地光、热、水资源比较丰富,气候温和,四季分明,区域内森林覆盖率平均为53.68%,全年日照数2019

h,年平均气温15.4℃,年积温5123.3℃,无霜期233 d,相对湿度67%,平均降雨量808 mm,降雨量分布不均,多集中在7~9月份,北部、西部山区雨量大,东部、南部丘陵地区雨量较小,库区地质复杂。

汉江和丹江为丹江口水库的主要入库河流,因其水量大,自净能力强,水质较好,致使丹江水库的水质优良。但随着库区周围地区经济的进一步发展,由于自然因素及人为因素使入库干、支流水质发生变化,必将影响丹江水库的水质。目前影响中线水源水质的因素主要有:一是库区生态环境比较脆弱,生态环境质量有待提高^[3-6]。二是上游流域区内森林覆盖率低,涵养水源功能不足^[6]。三是上游流域区内的工业企业主要是资源开采型和资源消耗型,技术含量低,治污能力差,是该流域区的主要污染源。另外入库干、支流的沿岸城镇生活污水、工业废水大都未经处理排入水库,据有关统计^[2],丹江口库区城、乡和工业企业向丹江水库年排污水达 $1 \times 10^8 \text{ t}$ 。加上库区农业生产水平低下,自然资源的掠夺性开发,且不适当地使用化肥、农药,使库区局



图1 采样点布设位置

1: 渠首; 2: 库心; 3: 大石桥

Fig. 1 Location of the sampling sites of water source area

部有富营养化发生趋势和条件。

2 研究方法

2.1 采样点布设

国家环境监测总站授权南阳市环境保护监测站监测南水北调中线水源区而设置的渠首(陶岔)(1号)、库心(小太平洋)(2号)和大石桥(丹江入库上游)(3号)三个水质监测点(图1)。

2.2 样品采集与鉴定

2.2.1 水样采集 2004年3月、5月、9月、11月四次在渠首、库心、大石桥3个监测点,采集生物检测样和理化检测样,具体时间按国家环保总局水质取样时间即当月1-5日。现场测定水温(T)、溶解氧(DO)、pH等部分理化指标的常规检测。定性样品用25号浮游植物采集网采集,定量样品用采水器分层采取1000 ml,现场加鲁哥氏液固定。实验室浓缩样品并进行种类鉴定^[7-12]。

2.2.2 浮游植物鉴定 定性样品:取定性水样在普通显微镜下鉴定、并用数码相机进行显微照相记载,初步将浮游植物鉴定到种或属^[9-12]。

定量样品:将加有5%固定液的水样静置48-36 h,沉淀后用虹吸法弃去上清液,留30 ml沉淀浓缩液

作定量计数.充分摇匀后取0.1 ml 浓缩液于0.1 ml 计数框中,在40 倍物镜下观察,计数100 个视野,然后换算成生物量,计算公式^[13]如下:

$$N = (A/Ac) (Vs/Va) \cdot n$$

式中: N 为每升原水样中浮游植物数量(ind./L), A 为计数框面积(mm^2), Ac 为计数面积(mm^2), V_s 为1 L 原水样沉淀浓缩后的体积(ml), V_a 为计数框体积(ml), n 为计数所得浮游植物数目.

2.2.3 水质的理化检测 渠首(陶岔)水质的理化检测由在渠首设的自动监测仪测定(同时进行人工平行样测定).其它两个点的水温、pH、DO、EC 由便携式仪器测定.透明度采用塞氏盘法测定. TP、TN、BOD₅、COD_{Mn} 参照《水和废水监测分析方法(第四版)》(2002)测定^[8].

3 结果与分析

3.1 南水北调中线水源区浮游植物检测结果

进行湖泊生物调查,首先可对其渔业资源评估,其次可采用污水生物系统来指示水体污染程度^[2,11],第三可以根据生物(多用藻类)优势种的不同评价湖泊的营养化状态^[7].

3.1.1 浮游植物种类组成 三个监测点共检测到藻类8 门40 属71 种及变种,包括硅藻门15 属35 种及变种、绿藻门13 属22 种及变种、蓝藻门7 属8 种、裸藻门1 属2 种、甲藻门1 属1 种、隐藻门1 属1 种、金藻门1 属1 种和黄藻门1 属1 种.其中渠首水样中浮游植物有7 门29 属48 种及变种,其中硅藻为优势种;库心水样中浮游植物有4 门12 属32 种及变种,其中硅藻和甲藻为优势种;大石桥水样中有3 门18 属38 种及变种,其中硅藻为优势种.各采样点浮游植物种类组成、优势种和比例见表1 和表2.

表1 南水北调中线水源区浮游植物种类组成

Tab. 1 The phytoplankton species composition in water source area of the middle line project of transferring water from south to north

浮游植物名称及类群	采样点			指示等级	
	渠首	库心	大石桥		
蓝藻门	鱼腥藻 <i>Anabaena</i> sp.	+	-	-	β -中污
	纳氏腔球藻 <i>Coelosphaerium naegelianum</i>	+	-	+	β -中污
	池生胶球藻 <i>Gloeocapsa limnetica</i>	-	+	+	
	膨胀胶球藻 <i>G. turgida</i>	-	+	-	
	细小平裂藻 <i>Merismopedia tenuissima</i>	-	-	+	
	铜绿微囊藻 <i>Microcystis aeruginosa</i>	-	+	-	
	小颤藻 <i>Oscillatoria tenuis</i>	+	-	-	α -中污
	蜂巢席藻 <i>Phormidium favosum</i>	-	-	+	α -中污
裸藻门	梭形裸藻 <i>Euglena acus</i>	+	-	-	α -中污
	王氏裸藻 <i>E. wangi</i>	+	-	-	α -中污
绿藻门	衣藻 <i>Chlamydomonas</i> sp.	+	-	-	α -中污
	库津新月藻 <i>Closterium kuetsingii</i>	+	-	-	寡污
	球状空星藻 <i>Coelastrum astroideum</i>	+	-	-	β -中污
	珠饰鼓藻 <i>Cosmarium margaritiferrum</i>	-	-	+	β -中污
	四角十字藻 <i>Crucigenia quadrata</i>	-	-	+	β -中污
	直角十字藻 <i>C. rectangularis</i>	-	-	+	β -中污
	异球空球藻 <i>Eudorina illinoisensis</i>	-	+	-	
	湖生卵囊藻 <i>Oocystis lacustris</i>	-	-	+	β -中污
	小形卵囊藻 <i>O. parva</i>	-	-	+	β -中污
	单角盘星藻 <i>Pediastrum simplex</i>	+	+	-	β -中污
	格孔单突盘星藻 <i>P. simplex</i> var. <i>clathratum</i>	+	+	+	β -中污
	斯氏盘星藻 <i>P. sturmi</i>	+	-	-	β -中污
	甲栅藻 <i>Scenedesmus armatus</i>	-	-	+	β -中污

	球状栅藻 <i>S. bijugatus</i>	-	+	+			
	双形栅藻 <i>S. dimorphus</i>	+	-	-			
	豪猪栅藻 <i>S. hystrix</i>	+	-	-			
	斜生栅藻 <i>S. obliquus</i>	-	-	+	α, β - 中污		
	球囊藻 <i>Sphaerocystis schroeteri</i>	-	+	-			
	小角星鼓藻 <i>Staurastrum gracile</i>	+	-	-			
	厚变浮游角星鼓藻 <i>S. natator</i> var. <i>crassum</i>	-	+	-			
	华丽四星藻 <i>Tetrastrum elegans</i>	-	-	+			
	粗刺四棘藻 <i>Treubaria crassispina</i>	-	-	+			
黄藻门	小黄丝藻 <i>Tribonema minus</i>	+	-	-	清水带		
甲藻门	飞燕角甲藻 <i>Ceratium hirundinella</i>	+	+	*	寡污		
隐藻门	卵形隐藻 <i>Cryptomonas ovata</i>	+	-	-	β - 中污		
金藻门	花环锥囊藻 <i>Dinobryon sertularia</i>	+	-	-	寡污		
硅藻门	缢缩曲壳藻 <i>Achnanthes coarctata</i>	+	+	+			
	查氏四棘藻 <i>Attheya zachariasii</i>	+	*	-	+	β - 中污、寡污	
	牟氏角刺藻 <i>Chaetoceros muelleri</i>	+	*	+	+	寡污	
	盘形卵形藻 <i>Cocconeis scutellum</i>	+	-	-			
	同心扭曲小环藻 <i>Cyclotella comta</i>	+	*	+	+	寡污	
	具盖小环藻 <i>C. operculata</i>	-	-	-	+	寡污	
	星芒小环藻 <i>C. stelligera</i>	+	*	+	+	寡污	
	附加桥穹藻 <i>Cymbella pyostata</i>	+	+	+			
	膨胀桥穹藻 <i>C. tumida</i>	+	*	+	*	寡污	
	肿胀桥穹藻 <i>C. turgida</i>	+	+	+			
	巴豆叶脆杆藻 <i>Fragilaria crotonensis</i>	+	-	-	+	β - 中污	
	中型脆杆藻 <i>F. intermedia</i>	-	-	+	+		
	绿脆杆藻 <i>F. virescens</i>	+	-	-	-	寡污	
	颗粒直链藻 <i>Melosira granulata</i>	+	*	+	*	β - 中污	
	狭形颗粒直链藻 <i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i>	+	+	+	+	β - 中污	
	波形直链藻 <i>M. undulata</i>	+	+	+			
	两头舟形藻 <i>Navicula dicephala</i>	+	*	-	-	寡污	
	纤细舟形藻 <i>N. gracilis</i>	-	-	+	+	*	寡污
	圆环舟形藻 <i>N. placentula</i>	+	+	+	+		
	披针型圆环舟形藻 <i>N. placentula</i> f. <i>lanceolata</i>	+	+	-	-		
	喙形圆环舟形藻 <i>N. placentula</i> f. <i>rostrata</i>	+	+	+			
	皱褶舟形藻 <i>N. plicata</i>	+	+	+			
	缘花舟形藻 <i>N. radiosa</i>	+	*	+	+	寡污	
	喙头舟形藻 <i>N. rhynchocephala</i>	+	*	+	*	寡污	
	奇异菱形藻 <i>Nitzschia paradoxa</i>	+	+	+	-		
	缝合菱形藻 <i>N. ricta</i>	+	*	+	*	α - 中污	
	叉开羽纹藻 <i>Pinnularia divergens</i>	-	-	+	+		
	薄羽纹藻 <i>P. macilenta</i>	+	+	+	+		
	双头辐节藻 <i>Stauroneis anceps</i>	+	+	-	-	β - 中污	
	星冠盘藻 <i>Stephanodiscus astraea</i>	+	+	+	-		
	美丽双菱藻 <i>Surirella elegans</i>	+	+	-	+		
	柔弱双菱藻 <i>S. tenera</i>	+	+	+	+		
	尖针杆藻 <i>Synedra acus</i>	+	+	-	+	β - 中污	
	尺骨针杆藻 <i>S. ulna</i>	+	*	+	+	+	β - 中污
	中型膜孔平板藻 <i>Tabellaria fenestrata</i>	+	+	-	+	寡污	
合计	71 种及变种	48	32	38	41		

* 为优势种;“-”为未检测到.

表2 南水北调中线水源区浮游植物种类比例*

Tab.2 The percentage composition of phytoplankton species in water source area of the middle line project of transferring water from south to north

浮游植物	渠首		库心		大石桥		平均比例 (%)
	种数	百分比 (%)	种数	百分比 (%)	种数	百分比 (%)	
硅藻	30	62.5	22	68.75	23	60.52	63.92
绿藻	9	18.75	6	18.75	11	28.95	22.15
蓝藻	3	6.25	3	9.38	4	10.53	8.72
甲藻	1	3.12	1	3.12	-	-	3.12
隐藻	1	3.12	-	-	-	-	3.12
裸藻	2	4.17	-	-	-	-	4.17
黄藻	1	2.08	-	-	-	-	2.08
金藻	1	2.08	-	-	-	-	2.08

*“-”为未检测到,平均比例计算未将其考虑在内。

3.1.2 浮游植物数量分布 各采样点浮游植物数量分布见表3。

3.1.2.1 浮游植物数量分布的季节性变化 从表3可见,浮游植物总量和不同浮游植物数量季节变化都有一定特点。硅藻、绿藻及黄藻在三个检测点都呈现3月和11月份数量多而5月和9月份数量较少的状况;与之相反的是蓝藻和裸藻等。这种情况与郭沛涌等的结果一致^[14]。另外,总量在三个检测点亦呈现硅藻、绿藻的数量变化趋势,原因是这两门藻类在各采样点的数量均占优势,尤其是硅藻门无论在种类组成(平均比例63.92%)还是数量(占总量60.01%)上均占绝对优势,势必导致总量随其同步变化。

3.1.2.2 不同水域浮游植物数量分布的特点 各采样点浮游植物数量差异显著(表3)。各采样点平均数量最多的是硅藻,分别占渠首、库心、大石桥三个采样点种数和平均数量的62.5%和63.41%、68.75%和59.27%、63.92%和54.13%,平均达 30.45×10^4 个/L;其次是绿藻,分别占各采样点的种数和平均数量依次是18.75%和26.45%、18.75%和31.91%、22.15%和37.69%,平均达 15.57×10^4 个/L。裸藻、隐藻、黄藻和金藻仅在渠首发现,甲藻在渠首和库心都检测到,但这几门藻类数量较少,其种数之和仅占全部种数的8.45%。

表3 浮游植物数量在各样点监测结果($\times 10^4$ ind./L)*

Tab.3 Densities of phytoplankton at various sampling stations

	月份	硅藻	绿藻	蓝藻	甲藻	裸藻	黄藻	金藻	总量
渠首	3月	51.35	25.82	1.03	0.89	0.42	0.78	0.35	80.64
	5月	38.61	21.60	4.12	2.73	1.83	0.26	0.60	69.75
	9月	42.71	12.46	4.51	3.15	1.87	0.33	0.74	65.77
	11月	55.24	18.53	2.10	2.07	0.95	0.84	0.45	80.18
	平均	46.98	19.60	2.94	2.21	1.27	0.55	0.54	74.09
库心	3月	27.30	16.23	1.12	0.42	-	-	-	45.07
	5月	20.42	11.40	3.26	2.11	-	-	-	37.19
	9月	21.48	10.53	3.10	1.25	-	-	-	36.36
	11月	26.80	13.51	2.05	0.96	-	-	-	43.32
	平均	24.00	12.92	2.38	1.19	-	-	-	40.49
大石桥	3月	21.50	16.82	1.47	-	-	-	-	39.79
	5月	18.30	13.60	4.66	-	-	-	-	36.56
	9月	19.20	11.13	3.83	-	-	-	-	34.16
	11月	22.52	15.20	2.36	-	-	-	-	40.08
	平均	20.38	14.19	3.08	-	-	-	-	37.65

*“-”表示未检测到。

3.2 南水北调中线水源区水质生物学评价

3.2.1 污染指示种 根据实地调查检测并参照B.福迪有关指示性藻类的观点^[11],将鉴定所得污染指示种列于表1。从表1可知,中线水源区未检出水体重污染带指示种,指示 β -中污带的种类有14属20种,指示

α -中污带的种类有6属7种,指示寡污带的种类有9属14种. 虽然检测出中污带和寡污带指示种达27属41种,但有75.6%出现在渠首;大石桥有22种污染带指示种,占检出污染指示种种数的53.6%;而在库心仅出现13种 β -中污和寡污带指示种,占检出污染指示种种数的31.7%.

渠首采样点位于渠闸内侧,目前尚未启动调水系统,其浮游植物种类情况与其它两个检测点有很大差异. 因此,目前对水源区水质的评价应不考虑渠首这一检测点.

3.2.2 指示群落 水生生态环境的变化往往影响浮游植物群落特征,表现为不同群落结构、优势种及不同群落的演替. 根据詹玉涛等和郭沛涌等利用指示性浮游植物群落划分的污染等级:蓝藻门占70%以上,耐污种大量出现为多污带;蓝藻门占60%左右,藻类总数较多为 α -中污带;硅藻门及绿藻门为优势种,各占30%左右为 β -中污带;硅藻门为优势种,占60%以上为寡污带^[14,15]. 分析表1和表2,南水北调中线水源区浮游植物以硅藻为优势种,种数在三个采样点分别为62.5%、68.75%和60.52%,平均为63.92%. 根据以上分析南水北调中线水源区水体为寡污水体.

3.3 南水北调中线水源区理化检测指标结果

渠首(陶岔)、库心(小太平洋)和大石桥三个点的理化检测结果见表4. 根据GB3838-2002《地表水环境质量标准》,从理化指标看南水北调中线水源区水除TN指标符合Ⅲ类水质标准外,其它监测指标均符合Ⅰ类水质标准.

结合理化检测结果,浮游植物的数量变化除有上述的特点以外,还与水体中营养盐的含量及水体透明度等因素有关,从表4中可以看出氮素含量的高低与藻类数量的多少呈正相关. 南水北调水源区水体的氮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,又与水体水流有关. 营养元素及污染物的浓度相对较高时,水体透明度就低,污染指示藻类数量就多(如渠首). 可见,浮游植物可作为有效的水体污染指示生物,且能更直接真实反映水质优劣对生物本身影响程度.

表4 南水北调中线水源区理化检测结果*

Tab. 4 The result of physicochemical monitoring on water source area of middle line project of transferring water from south to north

点位	月份	水温 (°C)	pH	DO (mg/L)	透明度 (m)	EC (μ s/cm)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	COD _{Mn} (mg/L)	BOD ₅ (mg/L)
渠首	3月	10.2	6.91	8.37	1.4	278	0.835	0	<10	<2
	5月	23	7.32	8.15	1.5	358	0.827	0	<10	<2
	9月	27.4	7.5	7.67	0.9	25.6	0.717	0.005	12.6	2.34
	11月	18.6	8.33	8.12	2.5	21	0.709	0.005	17.9	4.1
库心	3月	10	6.94	8.74	3.77	313	0.714	0	<10	<2
	5月	22	7.32	8.49	2.1	314	0.726	0	<10	<2
	9月	27	8.47	7.02	2.65	25.2	0.637	0.005	11.0	2.27
	11月	19.6	8.29	8.24	3	20	0.614	0.005	10.0	2
大石桥	3月	17	8.35	7.06	-	-	-	-	20	3.99
	5月	22	7.7	7.85	-	-	-	-	18	3.24
	9月	21	8.34	6.78	-	-	-	-	15.4	3.54
	11月	18.5	7.53	7.69	-	-	-	-	16.4	4.0

*“-”表示未测.

3.4 南水北调中线工程对水源区生态环境和水生生物的影响

随着南水北调中线工程的逐步实施,在大坝加高后,库面扩大,水库中浮游生物种类组成不会发生明显变化,但总量会显著增加. 但对三个采样点,尤其是渠首的浮游生物种类将会有很大变化,其发展趋势是接近库心. 同时,有利于渔业发展,对四大家鱼和其他漂流性鱼类产卵场有较大影响,而对产粘性卵鱼类的繁殖没有明显影响. 加高大坝将使库区平均温度略有增加,1月增加0.4°C,7月降低0.4°C,相对湿度增加2%-4%,降水量略有减少,发生滑坡、崩塌库岸的可能性略有增加,诱发地震强度不会超过构造地震水平.

由于年调水量超过汉江的枯水年的全年流量,丹江口以下的汉江段将出现长时期的断流,汉江的河流生态体系将遭到最严重的破坏,水生生物死亡,鱼类消失,汉江两岸的人们生活用水和工农业用水无法保

证. 武汉为汉江下游的重镇, 依赖汉江而生存. 汉江断流, 武汉与其西北腹地的水路运输也就中断了. 目前计划引长江水来补充汉江部分江段, 并不能阻止汉江流域生态体系的破坏.

4 结论与建议

南水北调中线水源区各检测水样中, 浮游植物共有 8 门 40 属 71 种; 包括硅藻门 15 属 35 种及变种、绿藻门 13 属 22 种及变种、蓝藻门 7 属 8 种、裸藻门 1 属 2 种、甲藻门 2 属 2 种、金藻门 1 属 1 种和黄藻门 1 属 1 种. 其中渠首水样中浮游植物有 7 门 29 属 48 种及变种, 其中硅藻为优势种; 库心水样中浮游植物有 4 门 12 属 32 种及变种, 其中硅藻和甲藻为优势种; 大石桥水样中有 3 门 18 属 38 种及变种, 其中硅藻为优势种. 浮游植物总量和不同浮游植物数量季节变化明显, 各采样点浮游植物数量差异显著.

虽然检测出中污带和寡污带指示种达 27 属 41 种, 但是绝大部分出现在渠首 (31 种) 占检出污染指示种种数的 75.6%; 大石桥有 22 种污染带指示种, 占检出污染指示种种数的 53.6%; 库心有 13 种 β -中污和寡污带指示种, 占检出污染指示种种数的 31.7%. 因此目前对水源区水质的评价应不考虑渠首这一检测点.

浮游植物的数量变化与氮素含量的高低呈正相关. 南水北调水源区水体的氮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. 可见, 浮游植物可作为有效的水体污染指示生物, 且能更直接真实反映水质优劣对生物本身影响程度.

根据浮游植物检测结果, 南水北调中线水源区应为寡污型水体, 水体基本处于中营养状态. 因此结合理化检测对水源区水质的综合评价为: 水源区水除 TN 指标符合 III 类水质标准外, 其它监测指标均符合 I 类水质标准, 是理想的水源地.

水源区水体的富营养化程度与营养物质、气候条件、生物组成、环境条件、水库调度方式等各种因素密切相关. 从检测结果可知, 南水北调中线水源区生态系统自净能力比较强, 富营养化程度较低. 但是要确保京、津等供水区居民健康、工农业生产和库区经济持续发展, 对丹江口水库各干流和建设中的调水渠道进行流域生态工程规划已是当务之事, 其中加快主、干流及库区生态林、生态农业、生态工业的建设, 对将建成的渠道进行生态景观廊道布局设计是关键; 另外水源地豫、鄂、陕三省及沿渠省市应协调共管, 并建立一套完善的水污染防治体系, 以控制污染源为主的营养化防治措施, 充分发挥水利工程调度优势, 以便有效防治水质污染和水体富营养化的发生, 保证中线水域生态系统持续健康, 确保调水的水质, 以实现社会、经济、生态协调可持续发展.

5 参考文献

- [1] 张修真. 南水北调——中国可持续发展的支撑工程. 北京: 中国水利水电出版社, 1999.
- [2] 邓义祥, 张爱军. 藻类在水体污染监测中的运用. 资源开发与市场, 1998, 14(5): 197-199.
- [3] 赵光耀, 赵兴华, 王答根. 陕西省丹江口水库水源区生态保护与重建存在的问题及对策. 中国水土保持, 2003, 7: 11-13.
- [4] 刘占朝. 南水北调(中线)河南淅川水源区植被建设模式. 水土保持学报, 2002, 10: 102-104.
- [5] 徐黎, 李兴华. 南水北调中线工程源头生态环境的综合治理. 华北水利水电学院学报, 2003, 6: 74-76.
- [6] 潘晓斌, 卢鸿琦. 十堰市废污水排放量对丹江口水库的影响及对策. 水资源保护, 2003, 3: 22-24.
- [7] “全国主要湖泊、水库富营养化调查研究”课题组. 湖泊富营养化调查规范. 北京: 中国环境科学出版社, 1987: 199-209.
- [8] 国家环境保护总局, 水和废水监测分析方法编委会编. 水和废水监测分析方法(第四版). 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [9] 韩茂森等. 淡水浮游生物图谱. 北京: 农业出版社, 1980: 1-89.
- [10] 胡鸿钧等. 中国淡水藻类. 上海: 上海科技出版社, 1979.
- [11] B. 福迪著. 藻类学. 罗迪安译, 上海: 上海科学技术出版社, 1980.
- [12] 大连水产学院. 淡水生物学(下册). 北京: 农业出版社, 1985: 256, 249-253.
- [13] 章宗涉, 黄翔飞. 淡水浮游生物研究方法. 北京: 科学出版社, 1991: 23-32.
- [14] 郭沛涌, 林育真, 李玉仙. 东平湖浮游植物与水质评价. 海洋湖沼通报, 1997, (4): 37-42.
- [15] 詹玉涛等. 釜溪河浮游植物分布及其与水质污染的相关性研究. 中国环境科学, 1991, 11(1): 29-33.