

新疆喀什市克孜勒河与吐曼河 浮游植物群落结构研究^①

阿依巧丽^{1,2}, 李斯琪², 韦良焕¹,
古丽戈娜·阿布都热西提¹, 张文河¹, 曾波²

1. 喀什大学 化学与环境科学学院, 新疆 喀什 844006;

2. 三峡库区生态环境教育部重点实验室 重庆市三峡库区植物生态与资源重点实验室/
西南大学 生命科学学院, 重庆 400715

摘要: 为调查新疆喀什市境内克孜勒河和吐曼河水体中浮游植物群落结构, 在该 2 条河流喀什境内的流域上分别设置了 5 个采样点, 并对每个采样点采集到的水样进行了浮游植物物种鉴定及水体中浮游植物叶绿素 a 质量浓度的测定. 实验结果表明: ① 克孜勒河和吐曼河喀什段流域水体中, 硅藻类物种数最多, 其次是绿藻和蓝藻. ② 本次调查中, 吐曼河各采样点的水体中浮游植物叶绿素 a 质量浓度显著高于克孜勒河中叶绿素 a 质量浓度, 这说明吐曼河水体中藻类生物量大于克孜勒河中的藻类生物量, 其原因很有可能是吐曼河已经开始受到污染, 但其污染程度还需要进一步的调查及检测. 若不及时对吐曼河流域加以保护与治理, 很有可能影响其浮游植物的多样性, 同时水体质量也会恶化.

关键词: 浮游植物; 多样性; 叶绿素 a; 克孜勒河; 吐曼河; 新疆喀什

中图分类号: Q948.8

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2016)07-0088-06

人类活动导致全球环境变化, 加速了生境丧失和物种绝灭的速率, 对生态系统构成严重胁迫^[1-3]. 物种的丧失或增加对生态系统的功能和稳定性会造成怎样的影响, 需要我们做出客观的评估和预测^[4]. Tilman^[5]总结了近年来多样性与稳定性试验与理论研究成果, 指出较高的多样性可以增加植物群落的生产力, 生态系统营养的保持力和生态系统的稳定性. 生物物种多样性评估是有效保护生物多样性, 合理利用资源, 保证其可持续发展的基础和关键^[6].

喀什位于我国西部边陲, 与中亚各国联系紧密, 有 6 个国家一类口岸对外开放, 具有重要的战略区位优势. 自改革开放以来, 喀什作为新疆南疆地区的重要城市, 社会经济得到了很大的发展, 人民生活水平也得到了明显的改善^[7]. 2010 年 5 月, 在中央新疆工作会议上, 正式批准将喀什设立为经济特区. 喀什经济特区的设立, 对实现喀什地区乃至新疆经济的跨越式发展具有重要意义^[8].

随着城市化进程的加速推进和经济的迅速发展, 在人民生活水平逐年提高的同时, 喀什面临的生态环境问题也逐渐显现. 流经喀什境内主要河流为克孜勒河和吐曼河, 此两大河流是喀什用水的主要水源^[9-10]. 在喀什成为经济特区后, 随之而来的人口增多和产业发展将导致河流生态系统稳定性受到很大的影响. 由

① 收稿日期: 2015-11-12

基金项目: 新疆高校科研计划青年教师科研培育基金(XJEDU2012S035); 国家水体污染控制与治理重大科技专项课题(2009ZX07528-03-07); 国家自然科学基金(31370443).

作者简介: 阿依巧丽(1983-), 女, 新疆乌恰人, 博士研究生, 主要从事环境生态学研究.

通信作者: 曾波, 教授.

于河流水环境变化对水体中浮游植物的物种构成和物种多样性影响较大,同时浮游植物作为河流生态系统中的生产者对整个水体生态系统具有重要的作用^[11].因此,本研究对克孜勒河和吐曼河水体中浮游植物的种类及生物量进行调查,为喀什地区的可持续发展策略的制定提供科学依据.

1 材料与方法

1.1 水样采集点

于 2013 年 7 月对克孜勒河和吐曼河在喀什市境内的河流流域上分别设置了 5 个采样点进行调查,具体采样点见表 1 所示.

1.2 浮游植物物种鉴定

每个采样点断面分左、中、右 3 个取水点,用 25 μ m 浮游生物网在各采样点取表层水样,水样立即用鲁格氏液固定,用于物种鉴定分析^[12].浮游植物物种鉴定使用 Nikon eclipse 80i 显微镜进行.物种的鉴定主要参考《中国淡水藻类》2006 年版和《中国西藏硅藻》^[12-13].

1.3 水体中总叶绿素 a 的测定

每个采样点断面分左、中、右 3 个取水点,用采水器于 0.2~0.5 m 水深处取 1 L 水样,现场将水样装入采样瓶中,并且向其中加入 1% 的碳酸镁悬浊液以防止叶绿素在运输途中降解,将所有装有水样的采样瓶放入冰盒中带回实验室.

将带回实验室的水样用孔径为 0.45 μ m 醋酸纤维滤膜的抽滤器进行抽滤,将抽滤后的滤膜置于离心管中,于 -20 $^{\circ}$ C 冰箱中保存,以备后期叶绿素 a 质量浓度的提取及测定.

水体中叶绿素 a 质量浓度的测定采用丙酮提取法^[14].

表 1 克孜勒河和吐曼河喀什段水样采样点

	采样点 1(S1)	采样点 2(S2)	采样点 3(S3)	采样点 4(S4)	采样点 5(S5)
克孜勒河	八里桥	五里桥	七里桥	南关桥	央布拉克桥
吐曼河	欧景名苑	东门大桥	北大桥	夏马勒巴格乡桥	天山南路桥

2 结果

2.1 克孜勒河和吐曼河喀什段水体浮游植物组成特征

克孜勒河和吐曼河喀什段水体中浮游植物的组成有共同点,也存在不同之处(表 2、图 1).克孜勒河喀什段水体中含有蓝藻门、绿藻门、硅藻门、裸藻门和隐藻门等的藻类植物,共 115 个物种,其中蓝藻门的浮游植物包含了 14 个属 24 个物种,占了该河流中所有藻类总数的 21%;绿藻门的浮游植物包含了 9 个属 16 个物种,占了该河流中所有藻类总数的 14%;硅藻门浮游植物的数量和种类相比其他藻类最多,包含了 25 个属 70 个物种,占了该河流中所有藻类总数的 61%;而裸藻门和隐藻门浮游植物虽然在本次研究调查中有出现,但其数量和种类相比其他的藻类比较少,裸藻门浮游植物只有 3 个属 4 个物种,其物种数占总物种数的 3%,隐藻门浮游植物只出现 1 次,并且其物种数也仅仅占了 1%.

吐曼河喀什段水体中的浮游植物共 110 个物种,包括蓝藻门、绿藻门、硅藻门、裸藻门和隐藻门等的藻类,除此以外也出现了甲藻门的藻类.其中蓝藻门包含了 11 个属 21 个物种,占调查区段水体中浮游植物物总数的 19%;绿藻门包含了 13 个属 19 个物种,占总数的 17%;硅藻门的种类和数量相比其他藻类依然是最大的,包含了 24 个属 62 个物种,占浮游植物总数的 56%;而裸藻门、隐藻门和甲藻门的浮游植物数量及总数相对较小,分别包含 3,1 和 1 个属,占有所有浮游植物总数的 6%,1%和 1%.

2.2 克孜勒河和吐曼河喀什段水体中总叶绿素 a 质量浓度

此次调查研究中,克孜勒河和吐曼河在喀什段流域中分别设定了 5 个采样点,测定了每个采样点水体中叶绿素 a 的质量浓度.2 条河流中叶绿素 a 的质量浓度差异极具有统计学意义,克孜勒河中任何采样点叶绿素 a 的质量浓度显著低于吐曼河水体中叶绿素 a 的质量浓度.克孜勒河中八里桥断面叶绿素 a 的质量浓度最低,其值为 0.34 mg/L;在央布拉克桥断面的叶绿素 a 质量浓度最高,为 2.18 mg/L;其他断面的叶绿素 a 质量浓度位于以上 2 个断面质量浓度之间(图 2).

表 2 克孜勒河与吐曼河喀什段水体中浮游植物多样性

河流	门	属	
克孜勒河	蓝藻门	尖头藻属 <i>Raphidiopsis</i> 束丝藻属 <i>Aphanizomenon</i> 席藻属 <i>Phormidium</i>	
		浮丝藻属 <i>Planktothrix</i> 鱼腥藻属 <i>Anabeana</i> 节旋藻属 <i>Arthrospira</i>	
		颤藻属 <i>Oscillatoria</i> 尖头藻属 <i>Raphidiopsis</i> 念珠藻属 <i>Nostoc</i>	
		平裂藻属 <i>Merismopedia</i> 蓝纤维藻属 <i>Dactylococcopsis</i>	
		螺旋藻属 <i>Spirulina</i>	
	绿藻门	水绵属 <i>Spirogyra</i> 栅藻属 <i>Scenedesmus</i> 刚毛藻属 <i>Cladophora</i>	
		弓形藻属 <i>Schroederia</i> 转板藻属 <i>Mougeotia</i> 丝藻属 <i>Ulothrix</i>	
		纤维藻属 <i>Ankistrodesmus</i> 双星藻属 <i>Zygnema</i>	
		针丝藻属 <i>Raphidonema</i>	
		浮球藻属 <i>Planktosphaeria</i>	
	硅藻门	舟形藻属 <i>Navicula</i> 等片藻属 <i>Diatoma</i> 针杆藻属 <i>Synedra</i>	
		直链藻属 <i>Melosira</i> 脆杆藻属 <i>Fragilaria</i> 棍形藻属 <i>Bacillaria</i>	
		卵形藻属 <i>Cocconeis</i> 菱形藻属 <i>Nitzschia</i> 小环藻属 <i>Cyclotella</i>	
		双菱藻属 <i>Surirella</i> 波缘藻属 <i>Cymatopleura</i> 桥弯藻属 <i>Cymbella</i>	
		异极藻属 <i>Gomphonema</i> 双眉藻属 <i>Amphora</i> 直链藻属 <i>Melosira</i>	
		弯楔藻属 <i>Rhoicosphenia</i> 长蓖藻属 <i>Neidium</i> 菱板藻属 <i>Hantzschia</i>	
		直链藻属 <i>Melosira</i> 短缝藻属 <i>Eunotia</i> 布纹藻属 <i>Gyrosigma</i>	
		楔形藻属 <i>Licmophora</i> 羽纹藻属 <i>Pinnularia</i>	
		裸藻门	囊裸藻属 <i>Trachelomonas</i> 裸藻属 <i>Euglena</i> 扁裸藻属 <i>Phacus</i>
隐藻门			隐藻属 <i>Cryptomonas</i>
吐曼河	蓝藻门	尖头藻属 <i>Raphidiopsis</i> 颤藻属 <i>Oscillatoria</i> 席藻属 <i>Phormidium</i>	
		鱼腥藻属 <i>Anabeana</i> 螺旋藻属 <i>Spirulina</i> 念珠藻属 <i>Nostoc</i>	
		蓝纤维藻属 <i>Dactylococcopsis</i> 平裂藻属 <i>Merismopedia</i>	
		束丝藻属 <i>Aphanizomenon</i> 节旋藻属 <i>Arthrospira</i> 浮丝藻属 <i>Planktothrix</i>	
		绿藻门	栅藻属 <i>Scenedesmus</i> 水绵属 <i>Spirogyra</i> 新月藻属 <i>Closterium</i>
	绿梭藻属 <i>Chlorogonium</i> 转板藻属 <i>Mougeotia</i> 实球藻属 <i>Pandorina</i>		
	弓形藻属 <i>Schroederia</i> 毛枝藻属 <i>Stigeoclonium</i> 四星藻属 <i>Tetrastrum</i>		
	衣藻属 <i>Chlamydomonas</i> 刚毛藻属 <i>Cladophora</i> 丝藻属 <i>Ulothrix</i>		
	浮球藻属 <i>Planktosphaeria</i>		
	硅藻门	菱形藻属 <i>Nitzschia</i> 卵形藻属 <i>Cocconeis</i> 双菱藻属 <i>Surirella</i>	
		舟形藻属 <i>Navicula</i> 异极藻属 <i>Gomphonema</i> 等片藻属 <i>Diatoma</i>	
		茧形藻属 <i>Amphiprora</i> 针杆藻属 <i>Synedra</i> 波缘藻属 <i>Cymatopleura</i>	
		舟形藻属 <i>Navicula</i> 布纹藻属 <i>Gyrosigma</i> 短缝藻属 <i>Eunotia</i>	
		桥弯藻属 <i>Cymbella</i> 羽纹藻属 <i>Pinnularia</i> 小环藻属 <i>Cyclotella</i>	
		弯楔藻属 <i>Rhoicosphenia</i>	
		直链藻属 <i>Melosira</i> 脆杆藻属 <i>Fragilaria</i> 菱板藻属 <i>Hantzschia</i>	
		楔形藻属 <i>Licmophora</i> 棍形藻属 <i>Bacillaria</i> 长蓖藻属 <i>Neidium</i>	
		裸藻门	裸藻属 <i>Euglena</i> 陀螺藻属 <i>Strombomonas</i> 囊裸藻属 <i>Trachelomonas</i>
		隐藻门	隐藻属 <i>Cryptomonas</i>
	甲藻门	多甲藻属 <i>Peridinium</i>	

吐曼河喀什段流域中叶绿素 a 质量浓度在任何断面都超过 6 mg/L, 其中欧景名苑断面的叶绿素 a 质量浓度最低, 为 6.36 mg/L; 而北大桥断面的叶绿素 a 质量浓度高达 12 mg/L; 其他 3 个采样断面的叶绿素 a 质量浓度介于 6 mg/L 到 12 mg/L 之间.

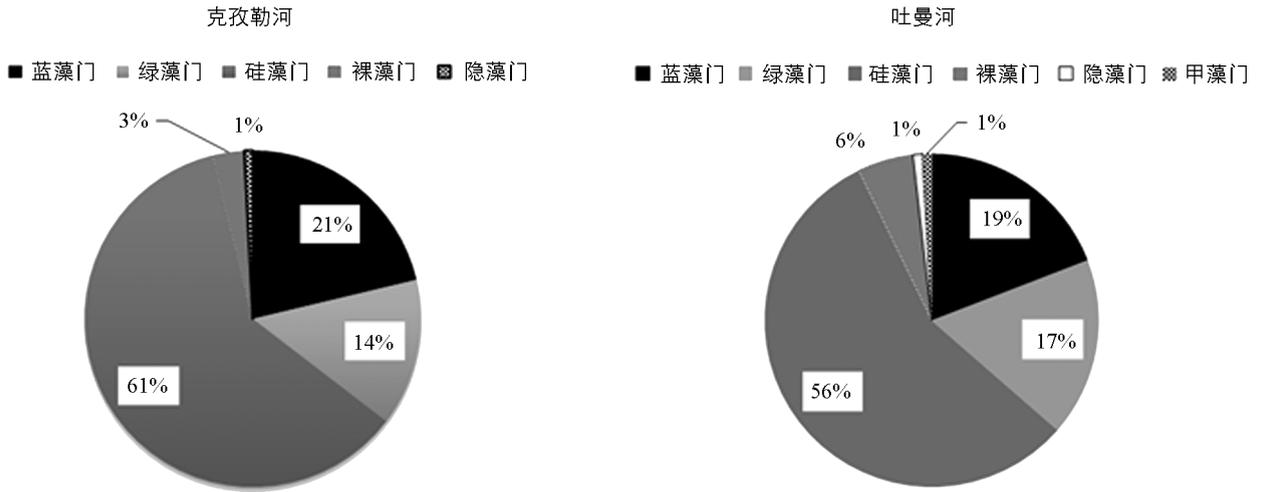


图 1 克孜勒河与吐曼河喀什段中浮游植物物种区系组成比例

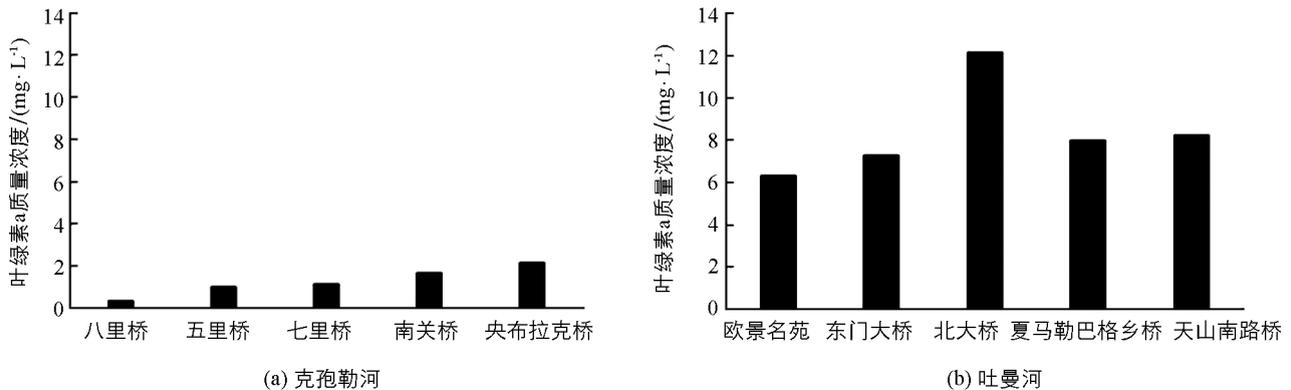


图 2 克孜勒河和吐曼河喀什段各采样点水体中叶绿素 a 的质量浓度

3 讨论

3.1 克孜勒河和吐曼河喀什段水体中硅藻门的浮游植物占优势

通过本次的调查研究发现克孜勒河和吐曼河水体中硅藻门的藻类种类和比例比其他藻类都大. 目前, 大量的研究也发现, 河流型水体中硅藻会占优势, 其次是绿藻门或蓝藻门的藻类^[15-17]. 因为硅藻自身带有硅质壁, 能抗机械损伤, 一般喜生活在急流和中流的水体中^[15]. 克孜勒河发源于前苏联境内海拔 6 048 m 的特拉普齐亚峰, 其径流来自于冰雪融水和地下水补给^[9]; 吐曼河发源于喀什市以西的栏杆乡克孜拉克, 是一条典型的泉集型河流, 主要以泉水、雨水和灌溉回流水混合补给为主, 该河流全长 58 km, 在喀什市境内长 18 km. 喀什处在中亚腹部, 受地理环境的制约, 属暖温带大陆性干旱气候带, 年平均气温在 11.4 °C~11.7 °C 之间^[10]. 因此, 当地气候导致了河流水体温度偏低及变化较大. 克孜勒河和吐曼河水体比较适合硅藻门的藻类生长, 从而使其成为水体占优势的浮游植物. 但是克孜勒河和吐曼河喀什段水体中除了硅藻以外, 也出现了蓝藻和绿藻, 可能由于水体环境和不同物种之间竞争的原因, 未能成为占优势的浮游植物.

3.2 吐曼河喀什段水体中叶绿素 a 质量浓度显著高于克孜勒河喀什段水体中叶绿素 a 的质量浓度

由于所有藻类体内都含有叶绿素 a, 所以测定叶绿素 a 的质量浓度, 能够得知水体中藻类的生物

量^[18];并且最近有大量的研究表明,叶绿素 a 质量浓度和藻类生物量之间具有显著的相关性^[19-20].本次调查研究也发现,吐曼河水体中叶绿素 a 的质量浓度显著大于克孜勒河水体.藻类的生长离不开外界环境的影响,对藻类生长影响的主要因素包括光照、温度和营养物质^[21-23].本次调查研究中克孜勒河和吐曼河在喀什段的流域具有基本相似的光照和温度条件,导致这 2 条河流中藻类生长不同主要是由于水体中的营养物质所致.克孜勒河主要流经喀什城郊及农村外围,其周边人类活动较少;而吐曼河横穿了喀什市区和周边大量的农田,有些区域更加直接将生活污水倾倒入主干河流中,同时农村在农业生产时会使用大量的化肥以期提高其农作物产量,而残留在土壤中的化肥通过降雨及地表径流会进入吐曼河河流中,因此吐曼河水体高营养环境就为藻类大量繁殖提供了良好的环境.本次调查研究中发现在北大桥采样断面的叶绿素 a 质量浓度较高,其主要原因是因为临近北大桥有当地长途汽车站、皮革交易市场和建筑材料市场,每天人口流动比较密集,河岸边堆放的垃圾也随处可见,所以以上原因可能导致此处水体营养较高,从而藻类大量繁殖.

通过本次调查研究发现,克孜勒河和吐曼河水体中的浮游植物群落组成基本相似,主要以硅藻为主,其次是蓝藻和绿藻,但是这 2 条河流中总叶绿素 a 的质量浓度差异具有统计学意义,这说明吐曼河水体中的藻类生物量很有可能远远高于克孜勒河水体中的藻类生物量,造成此现象的主要原因极有可能是吐曼河受人类活动的影响较大,受污染的程度也较高所致.但是吐曼河水体污染程度还需要进一步的调查及研究.总之,如果对吐曼河河流不加以保护和维持,未来很有可能会发生水华,进而影响该河流附近老百姓的取水安全,同时水体中浮游植物的多样性也会受到影响.

参考文献:

- [1] RAPPORT D J, WHITFORD W G. How Ecosystem Respond to Stress [J]. *BioScience*, 1999, 49(3): 193-202.
- [2] PIMM S L, RAVEN P. Biodiversity: Extinction by Numbers [J]. *Nature*, 2000, 403(6772): 843-845.
- [3] HOWLETT R, DHAND R. Nature Insight Biodiversity [J]. *Nature*, 2000, 405(6783): 207.
- [4] MCCANN K S. The Diversity-Stability Debate [J]. *Nature*, 2000, 405(6783): 228-233.
- [5] TILMAN D. Causes, Consequences and Ethics of Biodiversity [J]. *Nature*, 2000, 405(6783): 208-211.
- [6] 漆波, 杨萍, 邓合黎. 长江三峡库区蝶类群落的物种多样性 [J]. *生态学报*, 2006, 26(9): 3049-3059.
- [7] 安瓦尔·买买提明, 张小雷, 杨德刚, 等. 新疆喀什地区城市化与水资源利用结构变化的关联分析 [J]. *中国沙漠*, 2011, 23(1): 261-266.
- [8] 赵静. 中央批准新疆喀什设立经济特区 [EB/OL]. (2011-07-25) [2015-12-10] <http://www.tianshannet.com>.
- [9] 胡永超. 新疆喀什噶尔河流域克孜勒河下游水土流失现状及对策 [J]. *水土保持通报*, 2004, 24(3): 54-56.
- [10] 艾尼瓦尔·买买提, 麦麦提吐尔逊·艾则孜, 海米提·依米提. 干旱区城市化对城市内河水质的影响研究——以吐曼河为例 [J]. *水土保持学报*, 2007, 14(3): 188-191.
- [11] 李瑾, 安树青, 程小莉, 等. 生态系统健康评价的研究进展 [J]. *植物生态学报*, 2001, 25(6): 641-647.
- [12] 胡鸿钧, 魏印心. 中国淡水藻类—系统、分类及生态 [M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [13] 朱蕙忠, 陈嘉佑. 中国西藏硅藻 [M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [14] 杨彩根, 宋学宏, 孙丙耀. 浮游植物叶绿素 a 含量简易测定方法的比较 [J]. *海洋科学*, 2007, 31(1): 6-9.
- [15] 胡建林, 刘国祥, 蔡庆华, 等. 三峡库区重庆段主要支流春季浮游植物调查 [J]. *水生生物学报*, 2007, 30(1): 116-119.
- [16] 张晟, 刘景红, 黎莉莉, 等. 三峡库区成库初期营养盐与浮游植物分布特征 [J]. *环境科学*, 2007, 27(6): 1057-1061.
- [17] 周谐, 郑坚, 黄书铭, 等. 三峡库区重庆段浮游藻类调查及水质评价 [J]. *中国环境监测*, 2006, 22(4): 70-73.
- [18] 韩博平, 韩志国, 付翔. 藻类光合作用机理与模型 [M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [19] 董正臻, 董振芳, 丁德文. 快速测定藻类生物量的方法探讨 [J]. *海洋科学*, 2004, 28(11): 1-2.
- [20] 陈纯, 李思嘉, 胡韧, 等. 四种浮游植物生物量计算方法的比较分析 [J]. *湖泊科学*, 2013, 25(6): 927-935.

- [21] PEETERS J C H, EILERS P. The Relationship Between Light Intensity and Photosynthesis: a Simple Mathematical Model [J]. *Hydrobiological Bulletin*, 1978, 12(2): 134—136.
- [22] 朱 明, 张学成, 茅云翔. 温度、盐度及光照强度对海链藻生长的影响 [J]. *海洋科学*, 2003, 27(12): 58—61.
- [23] 刘玉生, 韩 枚, 梁占彬. 光照、温度、营养盐对滇池微囊藻生长的影响 [J]. *环境科学研究*, 2000, 8(6): 7—11.

Species Composition and Chlorophyll Concentration of Phytoplankton in the Kezile River and Tuman River in Kashgar, Xinjiang

AYI Qiao-li^{1,2}, LI Si-qi², WEI Liang-huan¹,
Guligena Abudurexiti¹, ZHANG Wen-he¹, ZENG Bo²

1. *Faculty of Chemistry and Environment Science, Kashgar University, Kashgar 844006, China;*

2. *Key Laboratory of Eco-Environments in the Three Gorge Reservoir Region (Ministry of Education),
Chongqing Key Laboratory of Plant Ecology and Resources Research in the Three Gorge Reservoir Region/
School Faculty of Life Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China*

Abstract: In order to investigate the community structure of phytoplankton in the Kezile river and Tuman river, water samples were collected from these two rivers, respectively. These samples were analyzed to identify the phytoplankton species in each river, and the total chlorophyll a concentration was measured. The results showed that: (1) In these two rivers, most of the species belonged to Bacillariophyta. Moreover, species belonging to Chlorophyta and Cryptophyta were also found in the water, but the numbers of species were smaller than that of species belonging to Bacillariophyta. (2) The concentration of chl a from Tuman river was significantly higher than that from Kezile river. It is pointed out that the water body in the Tuman river had already been polluted. If there is no certain strategy to prevent it from pollution, the diversity of phytoplankton would be affected, and the water quality also will be worse, cannot be used in the future.

Key words: phytoplankton; diversity; chlorophylla; Kezile river; Tuman river; Kashgar

责任编辑 夏 娟

