

滇池主要入湖河流水质分析

陈建军

(云南农业大学资源与环境学院, 云南 昆明 650201)

摘要:对滇池流域的4条入湖河流的总磷、总氮、COD污染进行了调查。结果表明,随着流域内早雨季变化、河流流量变化、河流地段变化,总磷、总氮、COD含量存在明显差异。入湖口水样总磷、总氮、COD含量明显高于同一河流中、上游。雨季河流流量增加,总磷、总氮、COD含量仍明显增高,特别是雨季前期,由于旱季大量有机物在地面堆积,土壤有效P累积,雨后随地表径流进入河道,使COD、TP增加明显,持续降雨后又有下降趋势。

关键词:滇池流域; 总磷; 总氮; COD; 暴雨径流

中图分类号: TV 211.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-390X(2005)04-0569-04

Analysis of Water Quality of Main Into-lake Rivers in Dianchi Lake

CHEN Jian-jun

(College of Resources and Environment, Y A U, Kunming 650201, China)

Abstract: The total phosphorus, total nitrogen and COD in the four main into-lake rivers of Dianchi lake valley was study. The content of total phosphorus, total nitrogen and COD is significant difference in water with the change of season, water flow and river's section. The content of total phosphorus, total nitrogen and COD at entrance of Dianchi lake is higher than that of upper reaches and middle reaches. The flux increase in the rain-storm, and the total phosphorus, total nitrogen and COD increase significantly. Before rain-storm, total phosphorus and COD increase, after a continuous rain, the content of total phosphorus and COD decreased.

Key words: Dian lake valley; total phosphor; total nitrogenous; COD; rainstorm runoff

滇池位于昆明市西南,面积约300 km²,年平均陆地径流约7亿 m³,接纳盘龙江、宝象河、马料河、洛龙河、捞鱼河、柴河等20多条河流的河水。滇池流域旱雨季分明,每年5~10月为雨季,降水量占全年降水量的87.9%。11月至次年的4月为旱季,降水量占全年的12.1%。滇池作为云贵高原上的一个大型淡水湖泊,对昆明地区的自然环境、工农业生产、生活用水和气候调节都起着重要作用。滇池的主要污染类型为氮、磷、COD引起的严重富营养化。20世纪70年代滇池草海、外海水质均为Ⅲ类,20世纪90年代迅速恶化,水质从Ⅲ类下降到劣Ⅴ类,草海异常富营养化。以前的研究主要通过水土流失、工业废水、生活污水、农田水肥

流失、固体废弃物流失,按一定比例估算流失量,从而确定入湖量,以及对滇池内源的研究与治理,而对入湖河流水质变化规律研究报道不多。本文选择几条典型的入湖河流,对不同季节、不同地段水样总氮、总磷、COD含量进行监测,特别涉及流经滇池流域P矿区河流的监测分析。为滇池富营养化的防治提供参考。

1 材料与方法

1.1 采样布点

滇池流域总面积2920 km²,由10多个小流域组成,其中流域面积在200 km²以上的有盘龙江流域,面积最大,为903 km²,占滇池流域面30.92%;

收稿日期: 2004-08-30

作者简介: 陈建军(1970-),男,重庆合川人,讲师,主要从事环境生态学、环境监测方面的研究工作。

宝象河和柴河次之,分别为 316 km²和 306 km²,分别占滇池流域面积的 10.82% 和 10.48%。年滇池平均陆地径流约 7 亿 m³,其中盘龙江为 3.34 亿 m³,宝象河为 0.55 亿 m³,柴河为 0.83 亿 m³,是滇池流域几条主要河流。盘龙江位于滇池的北部,流经昆明市区,宝象河流经东部蔬菜、花卉基地,柴河流经南部传统农业区,下方古城河流经西部磷矿开采区,最后均流入滇池。为了兼顾采样布局的合理性、代表性,布设了盘龙江、宝象河、柴河的上、中游、入湖口以及下方古城河(上、中游),分 3 月,4 月,5 月中旬采样。

1.2 采样方法

地表表层水取样法^[1]。

1.3 样品保存方法

水样采集后,低温下保存(4℃),24 h 内进行测定^[1]。

1.4 测定方法

总氮的测定:过硫酸钾氧化-紫外分光光度法^[2]

总磷的测定:过硫酸钾氧化-氯化亚锡还原光度法^[2]

COD 的测定:酸性重铬酸钾法^[2]

2 结果与分析

2.1 总氮

盘龙江上游总氮含量比较低,这是因为上游(松花坝水库)作为昆明市主要饮用水源保护区,实行封闭式管理,保证了水库的水质,中游地区大力发展水产养殖,以及部分农田排水,总氮含量有所增加,但不明显。昆明市区地处滇池北边,盘龙江穿城而过,仍有一定量的生活污水排放到江内,使入湖口总氮含量明显增加。3 月是昆明地区最干旱的季节,4 月、5 月大量的含氮化合物随着降雨引起的地表径流进入河内,虽河水流量增加,中游和入湖口总氮含量仍呈上升趋势,增加了滇池总氮污染负荷(见图 1)。

宝象河流域中、上游有大面积的农田,下游流经昆明的花卉、蔬菜生产基地。总体上,从上游到下游,总氮含量呈上升的趋势,上游宝象河水库水总氮含量随旱、雨季变化很小,中、下游随旱、雨季变化总氮含量增大,与该地区种植强度高,施肥强度大有关(见图 2)。

柴河与下方古城河流经滇池南部和西部,流域以传统农业种植为主,总氮分析结果见图 3 和图

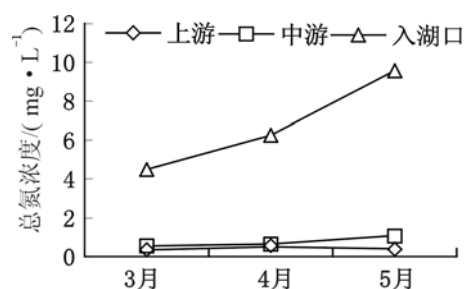


图 1 盘龙江水样总氮分析结果

Fig. 1 The TN content of panlong river

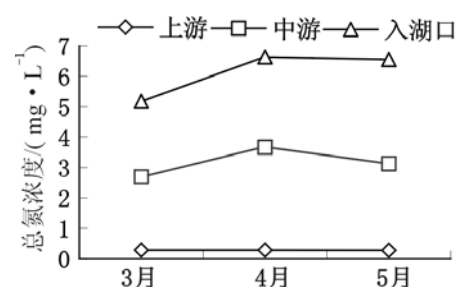


图 2 宝象河水样总氮浓度

Fig. 2 The TN content of baoxiang river

4。总体上,从上游到下游,总氮含量均呈上升的趋势。上游柴河水水库水总氮含量随旱、雨季变化很小,中、下游雨季河水流量增加,总氮含量仍呈上升趋势。下方古城河总氮含量相对较低,5 月中游水样总氮含量约为其它河流水样的 50%,可能与流域农田面积小,农田氮污染负荷较小有关。

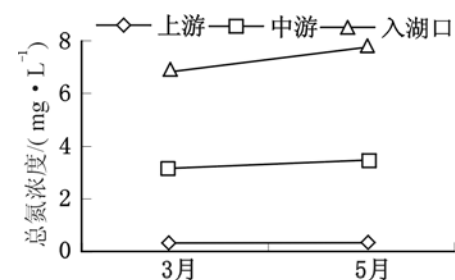


图 3 柴河水样总氮分析结果

Fig. 3 The TN content of caihe river

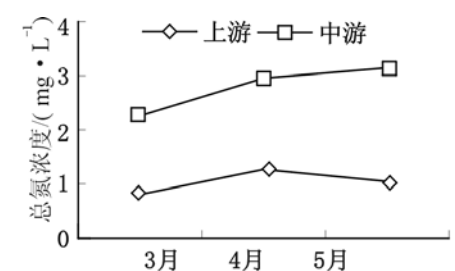


图 4 下方古城河水样总氮分析结果

Fig. 4 The TN content of xiafanggucheng river

2.2 COD

由表1可以看出,COD含量具有季节变化,各河流雨季的COD含量比旱季明显增高。4月份采集的水样COD含量最高,可能刚进入雨季暴雨形成的地表径流将大量的地表有机物和土壤中的有机质带入河道,造成含量增高。5月份采集的水样COD含量比4月份的低,因为经暴雨后,再持续的降水冲刷带入河流的污染物质有所减少,同时,降水造成的流量加大,产生了稀释的作用。

COD含量具有河流地段差异,总体上COD含量从上游到下游呈现递增趋势,水库作为水源涵养

地区,含量较低。盘龙江中、下游贯穿昆明市城区,因而变成了城市生活污水的纳污河道,虽然大部分生活污水经处理排放,但是仍有部分污水直接排入江内,是造成中下游水样COD含量较大的主要原因。宝象河流域上、中游地区为传统农业区,下游产业结构发生较大的变化,为昆明的花卉、蔬菜生产基地,COD含量明显高于中、上游,可能与大量农田有机废物排入有关。柴河流域主要以传统农业为主,水样中COD含量变化趋势与宝象河流域相似,但3月和5月入湖口COD含量分别为宝象河的37.3%和58.4%。

表1 滇池流域主要入湖河流COD监测结果

Tab.1 The COD of four main into-lake rivers in Dianchi lake valley

河流名称和地段	盘龙江			宝象河			柴河			下方古城		
	上游	中游	入湖口	上游	中游	入湖口	上游	中游	入湖口	上游	中游	
COD含量/ (mg·L ⁻¹)	3月	6.11	31.52	40.11	12.42	14.33	56.35	3.82	8.21	21.01	20.10	32.47
	4月	39.27	126.23	294.53	32.40	284.26	439.45	-	-	-	90.70	68.26
	5月	34.81	65.46	51.25	35.48	50.28	73.52	10.52	32.88	42.90	30.61	47.71

2.3 总磷

从图5~8可以看出各河流水样中总磷含量从上游到下游,呈上升的趋势。

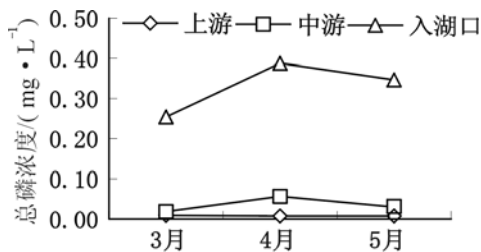


图5 盘龙江水样总磷分析结果

Fig. 5 The TP content of Panlong river

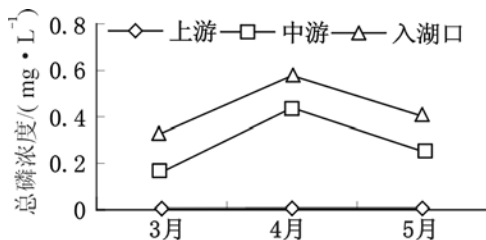


图6 宝象河水样总磷分析结果

Fig. 6 The TP content of baoliang river

盘龙江和宝象河,同一采样地点的3次采样中,上游随季节变化不明显,中、下游4月样品的总磷含量为最高,为4月>5月>3月。宝象河4月采集的水样总磷含量明显高于5月的水样,因为宝

象河流域有大面积的农田和蔬菜、花卉种植地,由于长时间未下雨,土壤中有有效P有所累积,4月雨季来临,大量有效P随地表径流进入河道,水样中总磷含量明显增高,但随着降雨的持续,土壤中有有效P逐渐减少,所以径流中总磷含量逐渐降低。

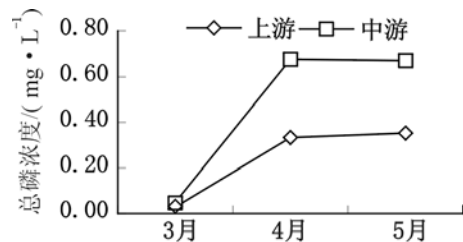


图7 下方古城河水样总磷分析结果

Fig. 7 The TP content of xiafangguchen river

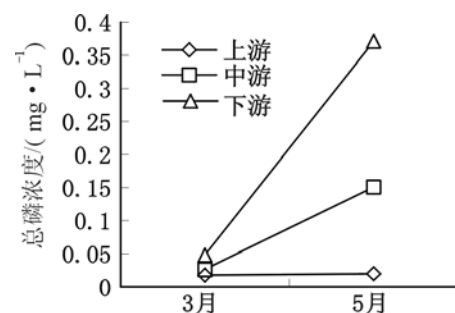


图8 柴河水样总磷分析结果

Fig. 8 The TP content of caihe river

下方古城河全程分别采集上游和下游水样进行分析。图 7 表明,雨季水样中含 P 量增高很显著,与其它河流相比,总体偏高,5 月采集的水样没有下降的趋势,可能与该区域农田较少,磷矿丰富,是滇池流域的主要磷矿开采区,大量含磷化合物随雨水持续进入河道有关。柴河分别分析了 3 月和 5 月的水样,由图 8 可以看出,5 月中、下游的水样中总磷含量明显增加,可能是降雨引起土壤含 P 化合物大量流失。

3 讨论

各河流水样中总氮, COD, 总磷含量从上游到下游,在不同季节均呈上升的趋势,因为上游处于饮用水源保护区,水质较好,中下游流经农业区或城区,受到农田排水、居民生活污水及工业废水排放等的影响,含 N, P 物质及有机物明显增加,从而增加了滇池的水污染负荷。在同一采样地点的不同季节采样中,上游随季节变化不明显,中、下游样品的总氮, COD, 总磷含量雨季明显高于旱季,可能由于长时间未下雨,大量有机肥和化肥的施用,使含氮、含磷化合物、有机物在地表和土壤中累积,雨季来临,污染物随地表径流进入河道而引起的。施用化学氮肥、磷肥增大了农田径流溶解态氮、磷浓度^[3];土壤有机肥、化肥施用量高,农田径流水中含氮量也高^[4]。宝象河水样中总磷含量呈 4 月 > 5 月 > 3 月的趋势,可能与土壤中 P 的形态及含量有关,4 月雨季来临土壤有效 P 大量流失,但随着降雨的持续,土壤中有效 P 逐渐减少,所以出现径流中总磷含量先升高后降低的现象。大量研究表明,磷肥施入土壤后,能很快地被吸附到土壤颗粒表面或与土壤一些物质(Fe, Al, Ca 等)生成难溶的磷酸盐,从而在很大程度上影响磷的释放和对植物的有效性^[5]。尽管磷素在土壤中不易移动,但在施肥量过大,超过土壤最大吸附量时,同样会发生淋溶现象,既浪费资源又污染环境^[4]。有学者报道该地区土壤有效磷平均含量高达 189.51 mg/kg,是一般农田土壤含磷量的十多倍,其在土壤中的高残留量是滇池面源污染磷素的重要库源^[6]。下方古城河随着降雨的持续而总磷含量并未降低,可能因为该区域磷矿丰富,是滇池流域的主要磷矿开采区,大量废矿堆积,导致含磷化

合物随雨水持续进入河道。施为光等对四川清平磷矿开采区水质监测的数据表明,该地区磷矿废渣被降雨淋溶对河流水质具有严重的影响,对水库水体发生富营养化有潜在的危害^[7]。

宝象河流域与柴河流域都属于滇池流域的农业区,在宝象河入湖口水样 COD, 总氮, 总磷含量均明显高于柴河。由于农村产业结构的调整,宝象河流域下游为昆明的主要蔬菜、花卉生产地,土地利用强度加大,化肥、有机肥、农药施用量大,化肥施用量达 10 000 kg/(hm²·a)^[6],土壤有机质含量很高,曾有报道该地区 80% 的土壤有机质含量高于 30 g/kg,有机质含量与农田地表径流 COD 含量呈正相关。同时大量的花卉、蔬菜残留废弃物被弃入河道。柴河流域山地较多,仍以传统农业为主,化肥、有机肥、农药施强度相对较小,化肥施用量约 2 000 kg/(hm²·a)^[5],土壤有机质含量低。这些可能是宝象河比柴河水质污染严重的主要原因。因此流域内土地利用方式和强度对河流水质有很大的影响。建议在滇池水污染防治中采取以下主要措施:制定合理的水污染防治规划;于雨季来临前注意地表含 N, P, 有机污染物的清理与防护;合理施用有机肥、化肥、农药,控制农田水肥流失;合理开采磷矿,注意矿区植被恢复。

[参考文献]

- [1] 奚旦立,孙裕生,刘秀英,等. 环境监测[M]. 北京:北京高等教育出版社,1995.
- [2] 魏复盛,齐文启,毕彤,等. 水和废水监测分析方法[M]. 北京:中国环境科学出版社,1989.
- [3] 黄满湘,章申,张国梁,等. 北京地区农田氮素养分随地表径流流失机理[J]. 地理学报,2003,58(1):147-154.
- [4] 刘忠翰,彭江燕. 滇池流域农业区排水水质状况的初步调查[J]. 云南环境科学,1997,16(2):6-9.
- [5] 李寿田,周健民,王火焰,等. 不同土壤磷的固定特征及磷释放量和释放率的研究[J]. 土壤学报,2003,40(6):908-914.
- [6] 段永蕙,张乃明. 滇池流域农村面源污染状况分析[J]. 环境保护,2003,(7):28-30.
- [7] 施为光,杨菊仙. 四川省清平地区磷矿废渣对水体的影响研究[J]. 农村生态环境,1997,13(2):21-24.