

DOI: 10.7524/j.issn.0254-6108.2014.11.029

城市景观河流(津河)雨季污染特征*

刘雪迟杰**

(天津大学环境科学与工程学院, 天津, 300072)

我国降水具有明显的雨热同期的特征,夏季降水量一般占全年的45%—65%,北方地区集中程度更高.虽然已有的研究表明夏季景观河流污染最为严重,但是降雨对水质的影响特征并不清楚.津河是天津市内主要景观水体之一,全长18.5 km,宽20—30 m,与海河相通形成水体循环圈.本文于2013年6—10月对津河进行了为期4个月的水质调查,在此基础上分析了雨季水污染特征及其主控因素.研究结果可为景观河流治理和维护提供科学依据.

1 调查方法

从上游至下游依次设立7个采样点,分别为三岔口、大丰桥、三元村、日环里、一中心、八里台和隆昌桥.于2013年6月9日至10月9日,每2周采样一次,每次采样时间为上午8:00—10:00.此外,如有降雨再增加采样次数(其中6月23日、6月26日、7月3日、7月11日和8月14日为雨后第1天采样).

用便携式溶氧仪现场测定水体溶解氧(DO)及温度.用自制采样器采集表层50 cm处河水,带回实验室,参照《水和废水监测分析方法》测定氮、磷、叶绿素a和pH.采用综合营养状态指数法(湖泊和水库)评价营养状态^[1-2].

2 结果与讨论

2.1 各监测点水质状况

由表1可以看出,整个采样期间7个采样点各项指标差别不大,总氮(TN)、氨氮、总磷(TP)、溶解性正磷酸盐($PO_4\text{-P}$)、叶绿素a、DO和pH含量的变幅分别为1.20、1.49、1.39、2.32、1.33、1.46和1.04倍.各项监测指标(除DO外)总体表现为下游(即八里台和隆昌桥)略有升高.主要原因是,海河、南运河和津河全线打通之后,水体循环流动,致使各采样点水质总体差异不大,因此津河水质很大程度上取决于上游海河来水水质.津河下游污染稍重,与这些采样点附近存在其他污染源有关.

表1 津河各监测点水质指标均值

监测点	TN/ ($mg\cdot L^{-1}$)	氨氮/ ($mg\cdot L^{-1}$)	TP/ ($mg\cdot L^{-1}$)	$PO_4\text{-P}/$ ($mg\cdot L^{-1}$)	叶绿素 a/ ($mg\cdot m^{-3}$)	DO/ ($mg\cdot L^{-1}$)	pH
三岔口	4.20	1.16	0.229	0.074	63.08	6.53	8.02
大丰桥	4.11	1.47	0.241	0.078	63.83	5.43	8.07
三元村	4.26	1.18	0.205	0.052	66.45	4.81	8.02
日环里	4.01	1.11	0.207	0.044	63.14	4.47	7.94
一中心	3.93	1.11	0.201	0.047	67.12	4.89	8.03
八里台	4.75	1.65	0.279	0.074	72.46	5.50	8.12
隆昌桥	4.28	1.33	0.272	0.102	78.08	5.59	8.22
均值	4.22	1.29	0.233	0.067	67.74	5.53	8.06

2.2 各水质指标随时间的变化及营养状态评价

由图1可见,TN、氨氮、TP和 $PO_4\text{-P}$ 这4项营养指标峰谷交替的变化趋势是一致的.除9月11日外,各项营养指标的峰值均出现在雨后,而低值多出现在持续无雨的时段.其中,氨氮和 $PO_4\text{-P}$ 受降雨的影响明显大于TN和TP,变化幅度分别为35.8和19.6倍.TN、氨氮、TP、 $PO_4\text{-P}$ 这4项营养指标的最大峰值出现在7月11日,分别为10.52、8.23、1.589、0.452 $mg\cdot L^{-1}$;其次是6月26日.然而,当没有新的外源污染物输入时,水体可通过自净能力逐渐恢复.例如雨后第3天(即6月29日),4项营养指标分别由6月26日的7.65、5.12、0.496、0.214 $mg\cdot L^{-1}$ 降至5.03、1.00、0.263、0.042 $mg\cdot L^{-1}$.采

2014年6月13日收稿.

* 国家重大水专项(2014ZX07203-009)资助.

** 通讯联系人, E-mail: cjiechi@163.com

样后期,各营养指标逐渐降低且趋于稳定。

DO 是水体自净能力的一个重要指标.降雨对 DO 的影响与氮、磷指标恰好相反.相关性分析发现,DO 与氨氮和 $\text{PO}_4\text{-P}$ 呈负相关($P<0.01$),相关系数分别是 -0.503 和 -0.512 .这是因为氨氮属还原性物质,其转化过程需大量耗氧. $\text{PO}_4\text{-P}$ 含量较高时也会导致 DO 值下降,原因是 $\text{PO}_4\text{-P}$ 含量增大,一方面使藻类大量繁殖,水面被覆盖,阻碍了大气复氧过程,另一方面藻类衰败后耗氧分解也会降低 DO 值.此外,DO 与温度也呈负相关($r=-0.488, P<0.01$),温度升高,微生物活性增强,也会加快 DO 的消耗速度。

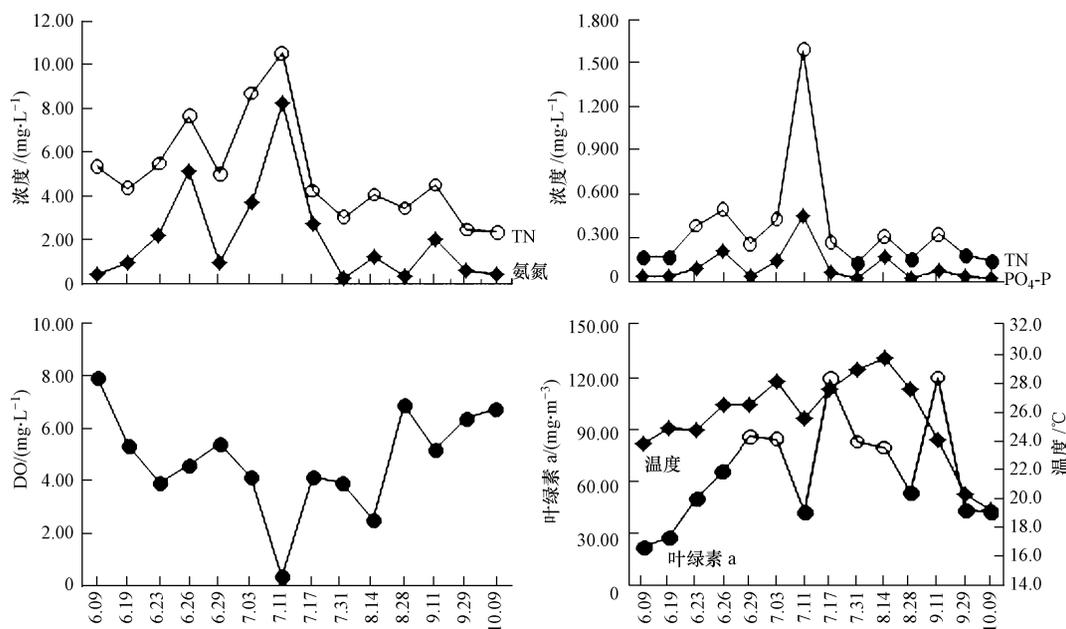


图1 各水质指标随时间变化趋势

(TN、TP 和叶绿素 a:空心点表示重度富营养化状态,即 $\text{TLI}(\Sigma)>70^{[1]}$)

与 DO 不同,叶绿素 a 含量在 6 月份一直呈上升趋势,7—8 月份数值较高但波动较大,进入 9 月份后又开始逐渐下降.叶绿素 a 的峰值往往滞后于氮、磷指标,说明降雨对叶绿素 a 有稀释作用.但是,雨后水中藻类含量又明显增加,原因是浮游植物大量繁殖需要一个过程,降雨将大量容易利用的氨氮和 $\text{PO}_4\text{-P}$ 带入水中,给藻类的生长提供了充足的营养元素,所以雨后几天内水中藻类含量会有明显增加.更为重要的是,高温为藻类繁殖提供了有利的外部条件.夏季水温大于 $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时叶绿素 a 总体处于高位($>40\text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$),说明高温是促使水华爆发的重要因素.叶绿素 a 与温度的相关性分析($r=0.638, P<0.05$)也进一步证实了这一点。

以 TN、TP 和叶绿素 a 为主要指标,计算了各指标的营养状态指数随时间的变化情况.由图 1 可见,整个采样期间, TN 一直处于重度富营养化水平;TP 则在雨后达到重度富营养化水平;叶绿素 a 在夏季高温期基本处于重度富营养化水平.从 6 月下旬到 9 月上旬,综合营养状态指数基本处于重度富营养化状态.津河地处市区,河道两岸已实施了植物护坡并封堵排污口,因此污染源主要包括上游海河污染输入、大气干湿沉降和内源污染释放.其中,上游海河来水是津河的主要污染源.此外,津河属于缓滞流型水体($2.5\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$),氮、磷营养物质易在河底积累成为内源.降雨频发时段气温较高,会加剧河道内源污染的二次释放。

3 结论

整个采样期间,津河各采样点水质总体差别不大,上游海河来水是其主要的污染源.但是各水质指标随时间呈现明显波动性,主要表现为各项营养指标峰值大多出现在雨后,DO 变化趋势恰好相反,说明受降雨影响明显.水温大于 $24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 时叶绿素 a 含量总体较高,且叶绿素 a 与水温显著正相关,说明夏季高温是水体富营养化频发的重要诱因。

关键词: 城市景观河流, 津河, 降雨, 富营养化.

参 考 文 献

- [1] 魏彤宇, 陈红, 周滨, 等. 天津景观水体富营养化综合评价[J]. 价值工程, 2011, 5: 192-193
- [2] 金相灿. 中国湖泊环境[M]. 北京: 海洋出版社, 1995