

城市非点源水污染负荷流出特性

李适宇

(中山大学环境科学研究所, 广州 510275)

摘要 对两个相邻但城市化程度不同的流域进行了同步的降雨时非点源负荷流出调查, 以揭示城市区域非点源水污染物的流出特性. 根据调查分析结果讨论了城市化程度与单位面积流出负荷的关系以及水质浓度与雨水径流之间随时间变化的关系. 对流出负荷的成分分析结果表明, 悬浮性物质占据总负荷的大部分, 是引起降雨时河流水质变动的主要因素.

关键词 城市非点源负荷, 降雨流出

水污染负荷按其发生源的性质可分为点源负荷和非点源负荷两大类. 点源负荷的性质、负荷量以及排出位置都比较明确, 例如经下水管渠排出的生活污水和工业废水等. 非点源负荷则相反, 其性质、负荷量以及排出位置都不明确, 其特点是广泛分布在地表上并随降雨时的雨水迳流进入环境水体, 例如路面等不透水铺装地面的堆积污染物, 以及农田和自然地域的流失水土中包含的污染物等等^[1].

城市非点源负荷的产生和流出一直是非点源污染研究的重点^[2], 一个原因是因为城市是人类居住和活动最密集的地方, 非点源负荷的强度较大, 而且城市大部分是不透水表面, 负荷容易随雨水流出, 对水环境的影响较大. 另一个原因是城市非点源负荷大都经过雨水或下水管道排入环境水体, 相对其它非点源负荷而言, 比较有可能通过管理和工程的措施实施控制或治理.

城市非点源负荷的产生和流出机理主要通过实地观测调查来解明. 由于这方面的研究在我国还处于起步阶段, 调查结果尚不多. 本文拟以在日本神户市所作实地调查为例, 对降雨时流出负荷的特点及其影响因素作一分析.

1 调查概要

1.1 对象流域

调查对象选中神户市乌原水库一条主要水源河流的上游流域, 如图1所示. 该地区中间有一道山脊把流域分成左右两部分, 形成两个独立的集水区, 分别称作流域I和II, 其面积和土地利用情况如表1所示. 两个子流域均是以城市化地区为主的流域, 其中I的城市化程度高达95%. 两流域内均建有分流制排水系统, 雨水被排到流域内的河流中, 最后汇入下游的水库.



图1 调查对象流域

Fig. 1 Catchment of interest

表1 调查对象流域概况

Tab. 1 Characteristics of catchment

流域	面积 (km ²)	土地利用状况 (%)	
		城市化区域	山林
I	1.966	94.55	5.45
II	3.621	71.67	28.33

1.2 调查方法

调查时使用精度为 0.5mm 的自记式雨量计在流域内 4 个地点测定降雨量. 河流的测流和水质采样则分别在两个子流域的最下游处进行, 时间间隔一般为 30min 一次, 但当判断为流量峰值出现期间, 则加密为 15 min 一次.

2 降雨及产流实测结果

图 2 为实测降雨强度和河流流量随时间变动的结果. 降雨过程约为 7 h, 其间出现两次峰值, 第二次峰值较第一次为大, 最大降雨强度达 16mm/h, 与此相对应, 河流流量也出现两次峰值, 第二次峰值也较第一峰值为大. 由于两个子流域相邻, 面积又较小, 所以降雨的空间差别很小, 产流过程也相似. 但从各自的累积降雨量和累积流量求出的有效径流系数来看, 流域 I 由于城市化面积率较高, 所以其有效径流系数为 0.676, 比流域 II 的 0.43 高出不少.

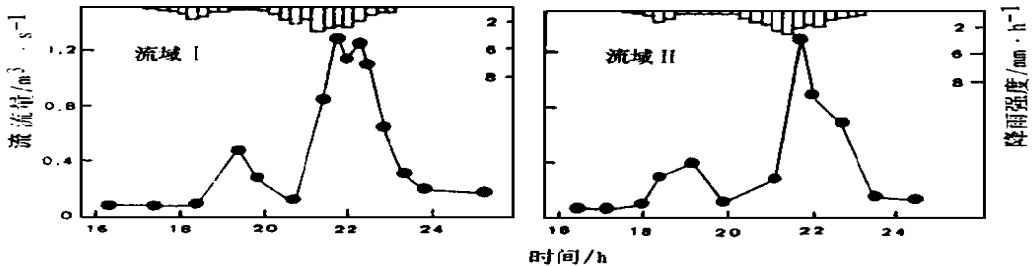


图2 实测降雨及雨水径流

Fig. 2 Observed rainfall and runoff hydrograph

3 污染负荷流出实测结果及讨论

3.1 水质浓度变化

图 3 表示 I, II 两子流域降雨时流出水质浓度随时间变化的过程. 由此可见, 污染物浓度峰值的出现时间与流量峰值的出现时间基本上是一致的. 对于 COD_{Cr} 和 TP 两个水质项目的分析是对溶解性和悬浮性物质分别进行的. 结果表明, 河水污染物浓度的增大主要是由于悬浮性污染物浓度的增大而引起的. 而溶解性污染物的浓度相对变化较小.

3.2 单位面积流出负荷

降雨期间各流域的总流出负荷量和单位面积流出负荷量列于表 2 中. 由此可看出, 单

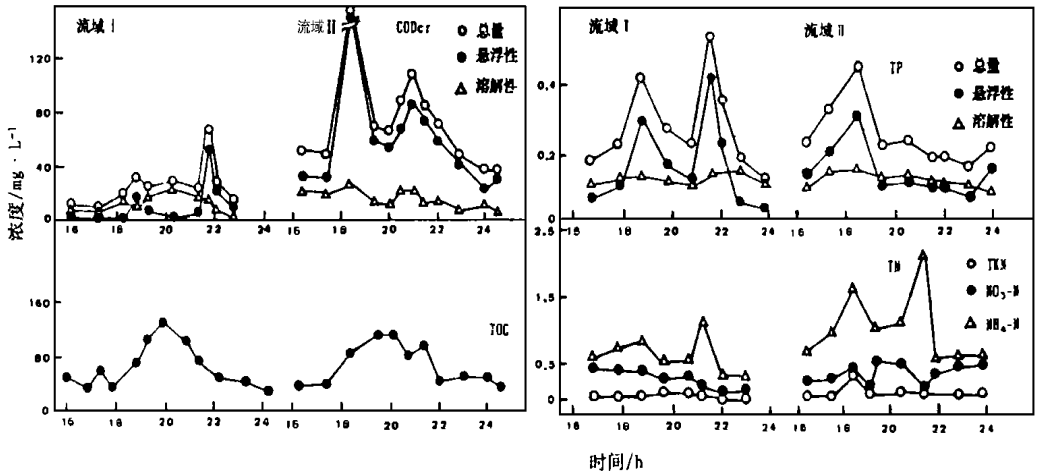


图3 实测河流水质浓度

Fig. 3 Observed water pollutant chemograph

流域面积流出负荷量除 P- COD是流域II 大于流域I 以及 TN是两流域大致相当外, 其余各项都是流域I 远远大于流域II . 这说明城市化程度与非点源负荷有密切关系, 城市化程度越高, 地面堆积负荷越多, 也较容易随降雨径流流出.

表2 降雨期间非点源负荷流出量

Tab. 2 Runoff loads of non- point source pollutant

污染物	总流出负荷量 (kg)		单位面积负荷量 (kg/km ²)	
	流域I	流域II	流域I	流域II
D- COD	117.83	137.50	59.95	37.97
P- COD	252.04	1051.20	128.22	290.28
D- TP	1.32	1.01	0.67	0.28
P- TP	2.31	1.26	1.18	0.35
TN	8.64	16.79	4.40	4.64
TOC	69.83	56.59	35.52	15.63

3.3 负荷流出特性

非点源负荷是随降雨径流流出的, 但不同种类的污染物以及不同的流域和土地利用状况下, 负荷流出的快慢不相同. 图4是为了分析负荷流出特性而绘制的, 其横坐标为观测时刻的累积河流流量 E_Q 和总流量 TQ 之比值, 纵坐标为观测时刻的累积流出负荷量 E_L 和总流出负荷量 TL 之比值. 当累积流量——累积负荷量曲线在图中对角线之上时, 表明负荷量流出快于雨水流出, 反之, 则表明负荷量流出慢于雨水流出. 从图上可看出, 流域I 的溶解性负荷 D- COD和 Inorg- N自始至终都比雨水流出要快, 而悬浮性负荷 P- COD和 P- TP则在开始时落后于雨水的流出, 到了流出流量比为 0.6(相对于第二峰值出现)时, 才超过雨水流出速度. 溶解性的 D- TP则为例外, 流出特性与 P- TP相似.

流域II的结果与此形成对照,溶解性物质的流出与雨水基本上是同步的,而悬浮性物质则比雨水流出要快.导致两流域之间这种差别的原因有两个,一是城市化程度不同和土地利用状况不同而引起负荷流出机理的不同,二是流域I内的主要道路均实施清扫,去除了部分悬浮性负荷,而流域II内的道路则没有清扫.

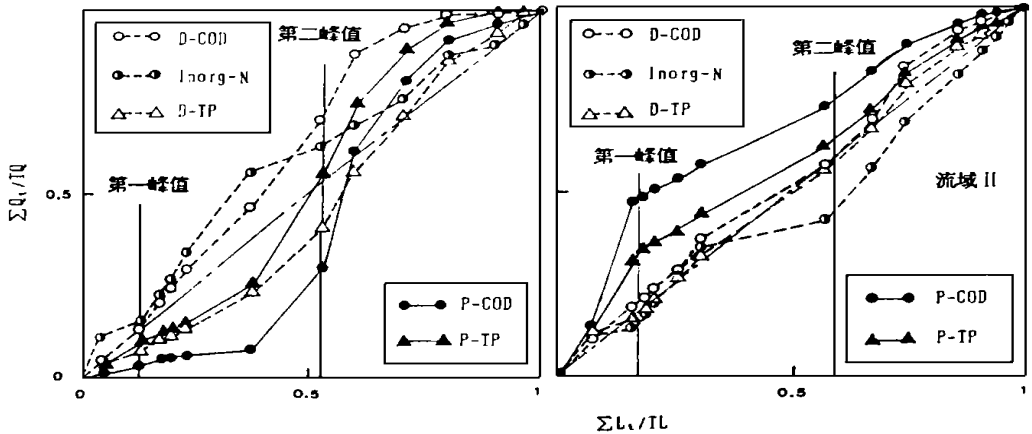


图4 累积负荷—流量曲线

Fig. 4 Cumulative load—flow curve

参 考 文 献

- 1 冈田光正. 非特定污染源水质污染的现状. 用水与废水, 1990, 32(10): 3-9
- 2 和田彦彦. 非点源污染的模型解析. 东京: 技报堂出版社, 1990

Characteristics of Non-point Source Pollutants Runoff from Urban Area

Li Shiyu*

Abstract A field survey is carried out to study the patterns and characteristics of non-point source pollutants runoff from two adjacent catchments with different sizes and urbanization levels. The results show that particle pollutants account for most of the runoff loads and are the dominant factor of the runoff water quality. It is found that the catchment with higher urbanization level has larger surface loads per unit area. Relationships between the runoff discharge and the pollutant concentration and runoff loads are also discussed.

Keywords urban non-point source pollutant, runoff

* Institute of Environmental Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275