

## 雨水吐越流水が都市河川に与える影響について

名古屋工業大学 ○筒井建伍 名古屋工業大学大学院 学生会員 岩切辰郎  
 名古屋工業大学大学院 学生会員 中西祐貴 名古屋工業大学大学院 正会員 富永晃宏

### 1. はじめに

名古屋市を流れる堀川は、自己水源を持たないため、通常は庄内川と地下水からの導水で流量と水質が保たれている。しかし、合流式下水道では、雨天時に初期段階で下水管路内に堆積した汚濁物質が一度に流出するファーストフラッシュや雨水と生活排水が雨水とともに一定量を越えると未処理のまま河川に流出する雨水吐越流(CSO)が発生し、河川に汚濁負荷を与え、水質悪化の原因となっている。本研究では、汚濁指標であるSS(浮遊懸濁物質)、BOD(生物化学的酸素要求量)を計測し未処理排水による汚濁負荷について検討する。

### 2. 現地観測

観測場所は堀川の猿投橋より140m上流の位置である。観測位置の上流側には右岸に3個、左岸に4個と計7個の雨水吐が設置されており、集水面積は約180haである。また、観測を実施した日時は2009年10月2日、17日、26日、11月1日、11日であり、それぞれの日の降雨形態を表-1に示す。次に水質調査と現地観測の方法について述べる。SS濃度とBOD濃度は河川の水を採水し、ガラス繊維ろ紙法(JIS M0210)とBOD自動測定器BODTrak(セントラル科学株式会社製 JIS K0102に準拠)によって分析した。なお、BOD濃度については機器の性能上、一度に6サンプル分しか分析していない。流量については、1mおきに標尺で水深を計測し、電磁流速計(VE10)を用いて6割水深での流速を計測した。流速断面積法により流量の算出を行った。また、観測間隔は降雨の状態を観察しながら、15分または30分間隔で行った。

### 3. 観測結果と考察

観測結果について特に降雨量が多く、降雨強度も強かった10月2日と11月11日における流量、SS、BODの変化を図-1~4に示す。

10月2日の観測結果より、午前10時の3mm/hrの降雨では流量、SSともに変化がないので観測開始前の午前6時から9時までの降雨ではCSOは発生していないと言えるが、下水管内に蓄積された汚濁物質は処理場

表-1 観測日の降雨形態

観測日	2009/10/2	2009/10/7	2009/10/26	2009/11/1	2009/11/11
総降雨量 (mm)	22.5	4	14	11	99
降雨開始時刻	10/2/6:00	10/7/13:00	10/26/2:00	11/1/14:00	11/10/19:00
降雨終了時刻	10/2/20:00	10/7/18:00	10/26/16:00	11/1/20:00	11/11/15:00
降雨継続時間 (hr)	15	6	15	7	21
平均降雨強度 (mm/hr)	1.50	0.67	0.93	1.57	4.71
最高降雨強度 (mm/hr)	4.5	1.0	3.0	3.0	16.0
先行晴天日数 (日)	1	8	8	5	8

に流入してしまっているの、ファーストフラッシュの越流による汚濁負荷はなかったと言える。しかし、午後2時の4.5mm/hrの降雨の後、時間遅れを伴って流量、SSともに上昇しており、特にSS濃度は40mg/lまで上昇した。また、BOD濃度についても通常は5mg/l前後の値を示しているが10mg/lまで上昇しておりCSOが発生し、水質が悪化したと思われる。次に、11月11日の観測時点では、観測開始時刻以前の前日の午後9時から降雨が始まっており、ファーストフラッシュの越流が発生していると考えられる5mm/hr以上の降雨がすでに降ったあとである。よって、ファーストフラッシュ自体の汚濁負荷量についてはとれていないが、その後5mm/hr以上の降雨が降りつづいていたので、CSOが発生しており、河川に汚濁負荷を与えていたと思われる。SS濃度については、10月2日と同様に流量の増加に伴って40mg/lまで上昇したが、BOD濃度については、ピークの値が流量のピークとずれている。これは、短時間で急激に流量が減ってしまったため、BOD濃度が一時的に濃くなったためだと考えられる。そこで、BOD濃度に流量をかけた汚濁負荷量と流量の関係を図-5示す。これによると、やはり流量の減少に伴ってBOD負荷量も減少している。

以上の観測結果からCSOが発生するには最低でも1時間降水量が4.5mm以上になる必要があるため、これ以下の降雨量では、3mm/hr以上の降雨で一時的にSS濃度が上昇することはあったが、降雨による河川への一時的影響に過ぎず、大きな汚濁負荷はないと思われ

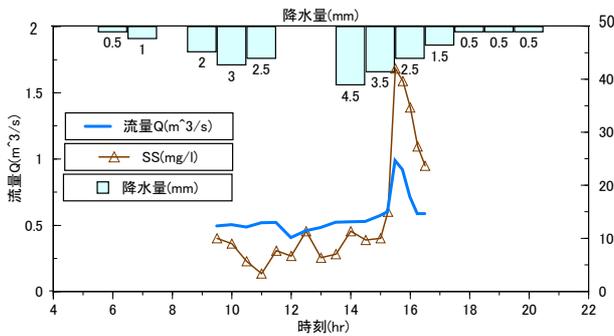


図 - 1 10月2日 SS と流量の関係

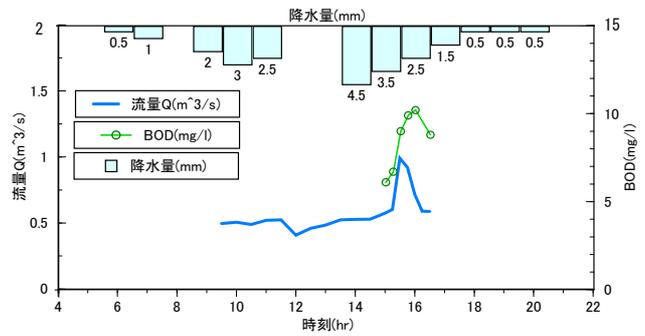


図 - 2 10月2日 BOD と流量の関係

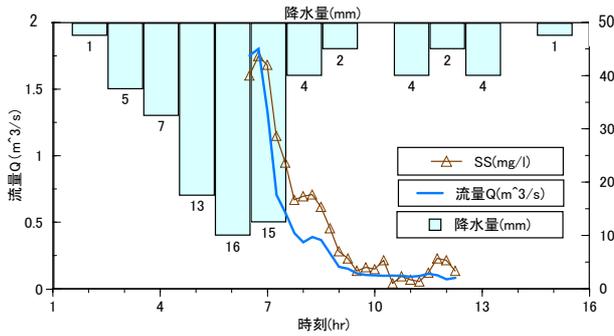


図 - 3 11月11日 SS と流量の関係

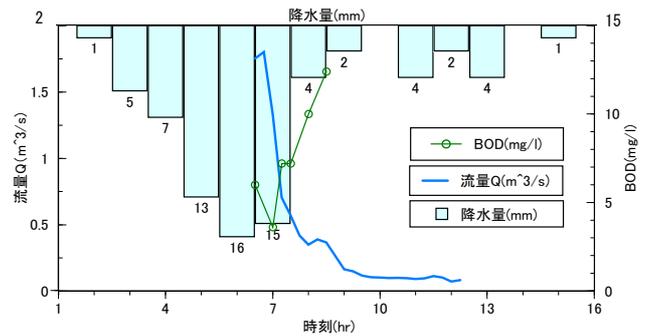


図 - 4 11月11日 BOD と流量の関係

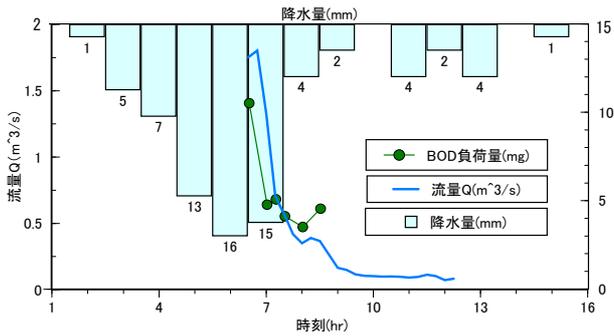


図 - 5 汚濁負荷量と流量の関係

る。また、降雨継続時間が長かったとしても 4.5mm/hr 以上の降雨がなければ、CSO は発生しないと言える。なおこれは、今回の観測から得られた一つの指標にしか過ぎず、降雨強度以外の降雨継続時間や総降雨量などの条件も含めて考えると、CSO の発生条件は変化する可能性が十分あると思われる。

次に、先行晴天日数の関係から見てみると SS 濃度は先行晴天日数が長ければ長いほど下水管内に堆積する負荷量が多くなることが言われているが、2 日分ともピークの値がほぼ同じ値になった。これは、10月2日は先行晴天日数が 1 日と短かったこと、11月11日は先行晴天日数が 8 日と長かったが堆積した汚濁がファーストフラッシュで流されてしまい、CSO に含まれる汚濁負荷の影響しか見れていないため同じ値になったと思われる。よって、この地域の場合、CSO に含ま

れる SS 濃度は、約 40mg/l であることが言える。

また、SS と BOD の負荷量の最大値を比べてみると BOD 負荷量については 2 日ともほぼ同じ値になった。これは、下水管内に存在している有機物量はファーストフラッシュの影響がない場合は生活排水に依存しているのであまり変化が見られなかったのだと考えられる。しかし、SS 負荷量には大きな差がある。これは、降雨自体の強度が強ければ強いほど道路などから直接河川に流入する負荷量が多くなるので、これだけ差が生じるのだと考えられる。

4. おわりに

観測結果より、猿投橋上流の堀川流域では、CSO は今まで言われてきた 1 時間降雨水量 1~2mm では発生せず、4.5mm/hr 以上の降雨によってもたらされることがわかった。しかし、CSO が河川に与える汚濁負荷はやはり大きく、未処理排水が河川に流入しないように、貯留施設などを造るなどの対策が必要である。また、今回の観測データだけでは、得られた指標が降雨強度のみと信頼性をかくため、今後もデータの収集を続けていく必要である。

参考文献

和田有明ら：都市流域の流出汚濁解析と負荷特性におよぼす降雨形態の影響 水工学論文集第 49 巻, 2005 年 2 月