

雨水吐越流が都市河川・堀川の水質に与える影響

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○筒井建伍
 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し、流出解析ソフト MOUSE を用いて貯留施設の効果について検討した。

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(降雨データは観測場所から約 2.64km 離れた位置の尾張県民事務所から提供)を表 - 1 に示す。現地観測では、流量の計測と採水を行い、SS 濃度と BOD 濃度を計測した。観測結果について雨水吐越流が発生した 10 月 2 日の流量、SS、BOD の変化を図 - 1、2 に示す。

観測結果より、9 時の 4mm/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 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。次に、15 時の 6mm/hr の降雨の後に流量、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。しかし、下水管内に蓄積された汚濁物質は 6~10 時の降雨で処理場に流入していると考えられ、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。

次に 11 月 11 日の流量、SS、BOD、BOD 負荷量の変化を図 - 3、4 に示す。観測開始以前より降雨が始まっており、ファーストフラッシュの影響は確認できないが、最大降雨強度の 18mm/hr の降雨が観測開始の直前にあり、CSO が発生して、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。これより、SS 濃度については道路からの直接流入があるので降雨との連動性が強いと思われる。また、BOD 濃度に流量をかけた汚濁負荷量(図 - 4)を見てみると流量の減少に伴って BOD 濃度は上昇している。しかし、BOD 負荷量は上昇している。こうなった要因として下水管内の BOD 濃度は雨水量の減少とともに高くなったことと、加えて流量が減少してきた時間帯が午前中にあたり、生活排水の濃度が上昇した可能性も考えられる。以上の観測結果から CSO が発生するには 1 時間降水量にして 6mm/hr の降雨が必要であることがわかった。これ以下の降雨では 3mm/hr の降雨で一時的に SS 濃度が上昇することはあったが、

表 - 1 観測日の降雨形態

観測日	2009/10/2	2009/10/17	2009/10/26	2009/11/1	2009/11/11
総降雨量 [mm]	27	4	14	11	99
降雨開始時刻	10/2/6:00	10/7/12:00	10/26/1:00	11/1/14:00	11/10/19:00
降雨終了時刻	10/2/19:00	10/7/17:00	10/26/15:00	11/1/19:00	11/11/14:00
降雨継続時間 [hr]	14	6	15	6	21
平均降雨強度 [mm/hr]	1.93	0.67	0.93	1.83	4.71
最高降雨強度 [mm/hr]	6.0	1.0	3.0	4.0	18.0
先行晴天日数 [日]	1	8	8	5	8

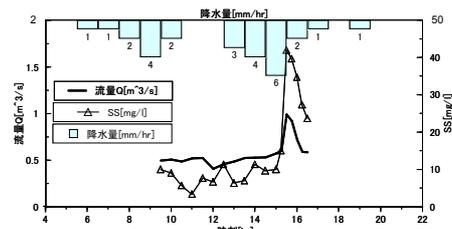


図 - 1 10 月 2 日 SS と流量の関係

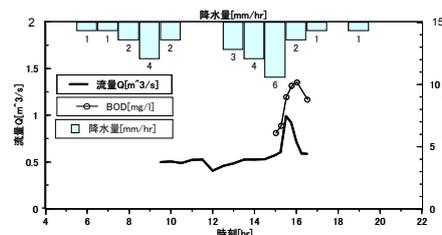


図 - 2 10 月 2 日 BOD と流量の関係

キーワード：雨水貯留 都市河川 水質 雨水吐越流

連絡先：〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 TEL 052-732-2111

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る。次に先行晴天日数の関係から汚濁負荷について見てみると SS 濃度は先行晴天日数が長ければ長いほど下水管路内に堆積する負荷量が多くなると言われているが、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ら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 負荷量については生活排水に依存し、SS 負荷量は降雨強度に依存する傾向が見られた。

3. MOUSE による貯留効果の検討 流出解析ソフト MOUSE を用いて観測場所の上流に位置する雨水吐口一つに流入している流域をモデル化したものを図 - 5 に示し、流出解析を行なった。なお、モデル化流域に商業施設が位置しており多少人口を過大評価している可能性がある。使用した降雨データは現地観測で雨水吐越流が発生した 10 月 2 日のデータを使用し、流出口直前に存在する堰での水位変化を図 - 6 に示す。14 時に堰の高さを越え、雨水吐越流が発生しているのがわかる。なお、越流した流量は観測位置から上流が今回モデル化した流域と同様だと仮定して、現地観測の結果と合わせている。

これを用いて名古屋市の指針にある貯留施設(100m²当たり 4m³貯留)の設置効果について検討する。まず、流出口直前に貯留施設を設置した場合の計算結果を図 - 7 に示す。このケースでは、貯留施設なしの場合と比べて全体的な水位の減少が確認された。また、比較のために各ノードに同様の割合で初期雨水を貯留することで各戸貯留の効果を表現することにした。この計算結果を図 - 8 に示す。各戸貯留により初期降雨がカットされ水位の上昇が遅くなっているのがわかる。しかし、各戸貯留に指針に示された貯留量を配分すると、一人当たりの貯留量が相当大きくなるため実現性は乏しい。また、各戸貯留はゲリラ豪雨のような短時間の降雨に対しては越流を防ぐ効果があるが、長時間の降雨では降雨が小さくなると考えられる。以上より貯留施設としては流出口の直前に設置する場合と各戸貯留の両方を組合せて、貯留量を確保していく必要があると思われる。

4. おわりに 現地観測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、6mm/hr 以上の降雨によってもたらされることがわかった。ただしこれは、今回の観測データから得られた一つの指標にしか過ぎず、直前の降雨によって 6mm/hr 以下の降雨で雨水吐越流が発生することも考えられるので今後も観測を実施する必要がある。次に、MOUSE を用いて雨水吐越流の傾向を把握し、貯留効果を確認したが、降雨パターンによって貯留効果は様々であるためこれらを考慮した総合的な検討が必要である。また、モデル化したのは堀川流域の一部なので、今後は流域を拡大していく必要がある。

参考文献 和田有明：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

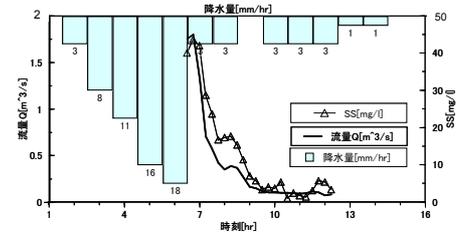


図 - 3 11月11日 SS と流量の関係

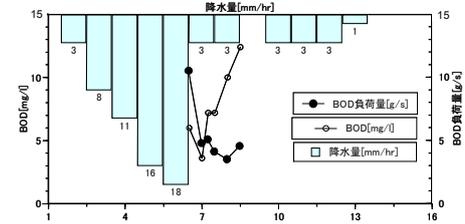


図 - 4 11月11日 BOD 負荷量と BOD

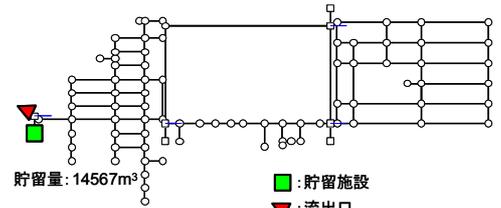


図 - 5 流域のモデル図

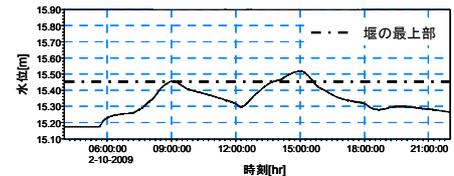


図 - 6 堰での水位

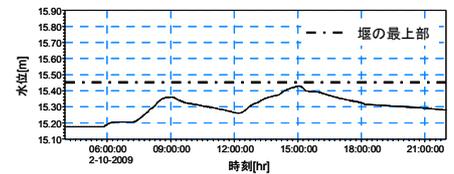


図 - 7 堰での水位(貯留施設一ヶ所)

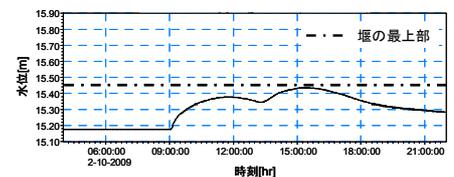


図 - 8 堰での水位(各戸貯留)