

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2、3に示す。観測結果より、午前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に流入してしまっているため、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3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。

次に11月11日の流量、SS、BOD負荷量の変化を図4、5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見られていないが、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、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、BOD濃度に流量をかけた汚濁負荷量(図5)を見てみると流量の減少に伴ってBOD負荷量が減少する傾向が見られた。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、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。

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

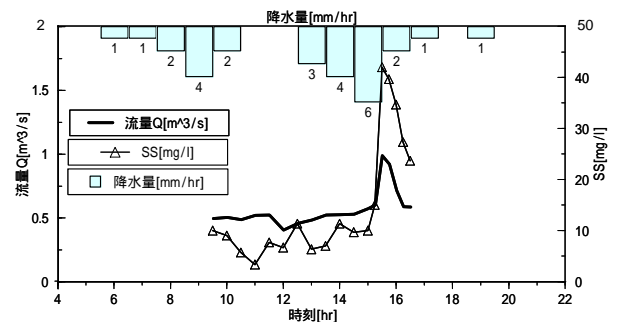


図 2 10月2日 SSと流量の関係

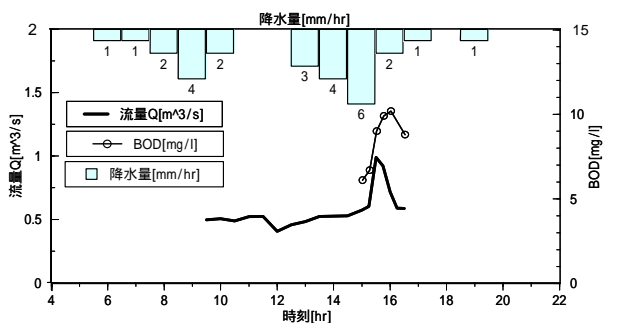


図 3 10月2日 BODと流量の関係

3. MOUSEによる流出解析

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 6 に示し、流出解析をおこなった。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 7 に示す。図より午後 2 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。よって、このモデルの再現性が確認されたのでこれを用いて名古屋市の指針にある貯留施設の設置効果(100m²当たり 4m³貯留)について検討する。まず、4 つ存在している堰にそれぞれの流域面積をもとにして貯留施設(A,B,C,D)を設置し、計算した結果を図 8 に示す。図より全体的な水位の低下が見られ、貯留効果が認められた。しかし、標高が高いところに設置した貯留施設(A)には雨水の流入が見られず、十分機能していなかったため、設置する貯留施設を流出口直前の一つにしたもの(Dのみ)について計算を行った。このケースでも貯留施設を分散させた場合と同様に全体的な水位の減少が確認された。また、貯留施設の効果を最大限使うために各戸貯留について計算した結果を図 9 に示す。図より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、各戸貯留をした場合、一人当たりの貯留量は 4200 リットルになり、実行するのはほぼ不可能である。また、一人当たりの貯留量を半分の 2100 リットルにし、計算すると同様に水位の上昇を遅らせる効果は見られた。また、各戸貯留の場合は雨水が下水管路内に流入する前に貯留しているのでファーストフラッシュの流出抑制には寄与しない。以上より貯留施設としては流出口の直前に設置し、汚濁負荷と雨水の両方を貯留するのが望ましいと思われる。

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今後も観測を実施し、総降雨量や降雨継続時間などからも検証する必要があると思われる。次に、MOUSE を用いて雨水吐越流を再現することができたが、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。また、貯留施設について検討した結果、各戸貯留で基準値を満たすのは不可能に近く、ファーストフラッシュによる汚濁負荷も防ぐことはできない。よって、流出口の直前に大規模な貯留施設を設置するのが望ましいと思われる。

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

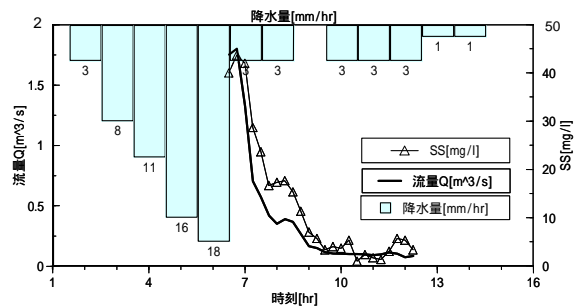


図 4 11月11日 SSと流量の関係

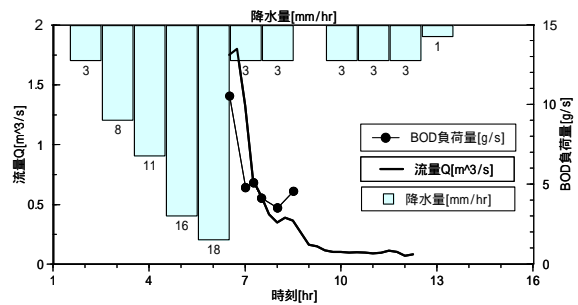


図 5 11月11日 BOD 負荷量と流量の関係

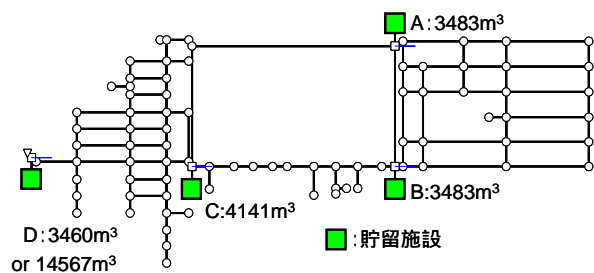


図 6 流域のモデル図

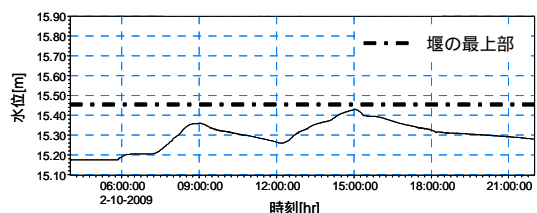


図 7 堰での水位

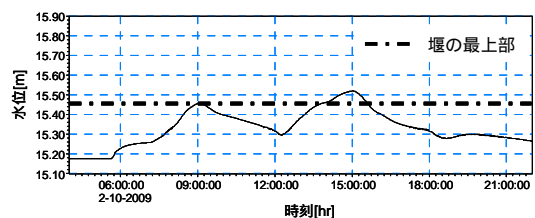


図 8 堰での水位 大規模貯留施設分散時

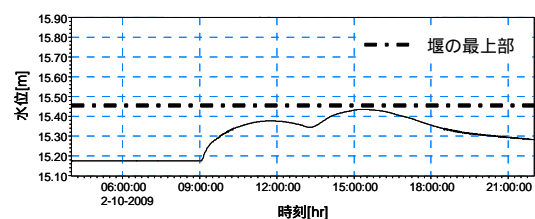


図 9 堰での水位 各戸貯留時