

降雨が都市河川・山崎川の水質に与える影響について

名古屋工業大学 中野將嗣

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 フェロー会員 富永晃宏

1. はじめに：山崎川は，名古屋市千種区にある平和公園内の猫ヶ洞池からの導水を源とし名古屋港に注ぐ，流域面積 26.6 km^2 ，流路延長 13.6 km の河川である。山崎川流域の下水道は 100%合流式で整備されているため，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. 観測日時及び観測・解析方法について：観測場所は山崎川の川名大橋付近である。観測を実施した日時は 2011 年 10 月 14~10 月 15 日(以下)，11 月 11 日(以下)，11 月 19 日(以下)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 JISK0102 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 12 サンプル分しか分析していない。流速については，河川用電磁流速計(AEM1-D)を用いて川名大橋から計測した。また，事前に 8 基の水位計(応用地質株式会社製 S&DLmini)の設置及び水位計を設置した河川断面の測量を行い，これらのデータと計測した流速から粗度係数の算出を行った。観測間隔については，採水は降雨状態を観察しながら，最長で 1 時間，最短で 2 分間隔で行い，流速は 2 分間隔で計測を行った。

3. 観測結果及び考察：まず始めに，粗度係数の算出方法について述べる。水位計で計測される水位データと測量による河川断面のデータより流積 A 及び潤辺 s を求め，径深 R を算出する。次に，観測場所に近い 2 基の水位計で計測された水位の差を 2 基間の

表 1 観測日の降雨形態

観測日	2011/10/14 ~ 10/15	2011/11/11	2011/11/19
総降雨量 [mm]	34.5	16.0	59.0
降雨開始時刻	10/14_16:00	11/11_9:00	11/19_1:00
降雨終了時刻	10/15_4:00	11/11_17:00	11/19_17:00
降雨継続時間 [hr]	12	8	16
平均降雨強度 [mm/hr]	2.88	0.67	2.46
最高降雨強度 [mm/hr]	16.0	8.0	8.5
先行晴天日数 [day]	7	4	7

表 2 観測日の各項目の最大値

観測日	2011/10/14 ~ 10/15	2011/11/11	2011/11/19
最大SS [mg/l]	220	254	94.7
最大BOD [mg/l]	22.6	47.3	33.6
最大流量 [m^3/s]	8.19	4.29	3.54

距離で除することで水面勾配 I を算出した。算出した値を Manning の式

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

に代入し，現地で計測した流速 v と比較することで粗度係数 n を算出した。観測結果については，各観測日の計測を行った範囲内での SS, BOD の最大値，算出した粗度係数を利用し求めた流量の最大値を表 2 に，とにおける SS と BOD，流量の変化について図 1~4 に示す。なお，粗度係数については平均値の $n=0.0453$ を利用した。の観測では 14 日 22 時頃に観測地点に一番近い下水口で CSO の発生を確認し，この時の降雨強度は 3.5 mm/hr であった。しかし，出水から 30 分間は SS，流量ともに変化がなく，22 時 30 分に降雨強度が 5 mm/hr になった後から SS，流量の上昇が始まった。そして，SS，流量の最大値を計測した時刻はそれぞれ 22 時 45 分，23 時 42 分であった。また，降雨のピークは 23 時 30 分であったので，流量の最大値は 12 分遅れで計測されている。の観測では 6 時頃に CSO の発生を確認し，この時の降雨強度は 2.5 mm/hr であった。しかし，出水から 50 分間は SS，流量ともに大きな変化がなく，6 時 50 分に降雨強度が 3.5 mm/hr になったとき一旦 SS と流量の上昇がみられた。その後，8 時 30 分に降雨強度が 5.5 mm/hr になった後，SS，流量

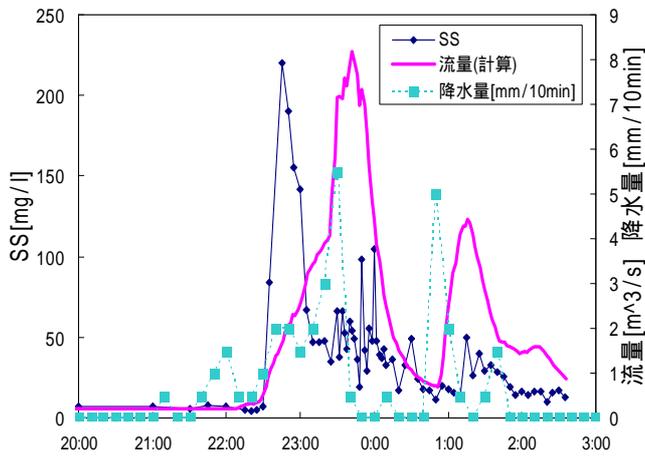


図 1 10月14日～15日 SSと流量の関係

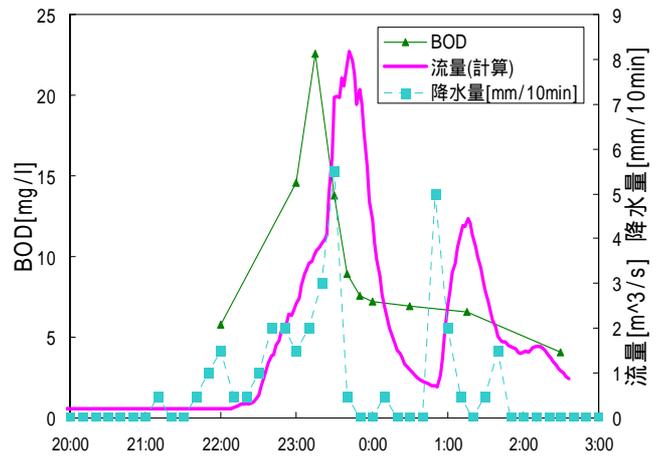


図 2 10月14日～15日 BODと流量の関係

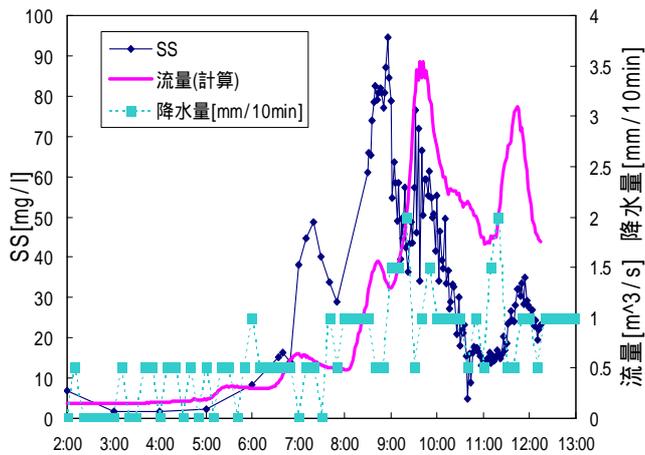


図 3 11月19日 SSと流量の関係

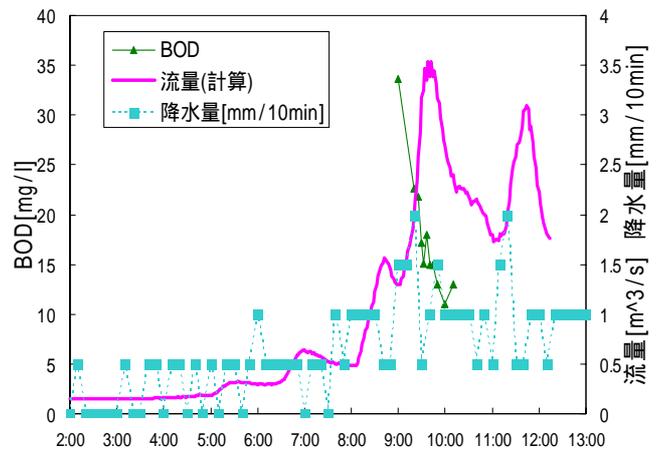


図 4 11月19日 BODと流量の関係

が大きく上昇した。そして、SS、流量の最大値を計測した時刻はそれぞれ8時56分、9時38分であった。また、降雨のピークは9時20分であったので、流量の最大値は18分遅れで計測されている。この2回の観測では、ともに流量の最大値を計測する前にSSの最大値を計測していることから、ファーストフラッシュの越流による水質汚濁があったと考えられる。また、の観測でのSSの最大値は220mg/l、の観測では254mg/l、の観測では94.7mg/lであった。この原因としては、出水からSSの最大値を計測するまでにかかる時間、及び出水前の降雨形態の違いが関係していると考えられる。、の観測では出水からSSの最大値を計測するまでの時間が1時間弱と短く、の観測では3時間と長かった。また、の観測では、出水前の降雨が0.5~1mm/hr程度と弱く短時間であったのに対し、の観測では2mm/hr程度の雨が長く続いていた。そのため、の観測日では、の観測日に比べ下水管内に蓄積された汚濁物質がより多く処理場へ流されてしまっ

た。以上のことから、の場合には一度に多くの量の汚濁物質が出水口から排出され、の場合には少量の汚濁物質が徐々に排出されたため、SSの最大値に大きな違いが生まれたと考えられる。BODについては採水サンプルから適当な時間間隔で12サンプル選び分析しているため、今回のような鋭いピークを持つ流出では全体的な傾向を把握することは困難であった。計測された範囲では、BODの最大値は22.6~47.3mg/lであり、SSと同様な流出特性を示しているといえる。

4. おわりに：観測結果より、山崎川の川名大橋付近の流域では、CSOは2.5mm/hr程度の降雨強度で発生し、5mm/hr以上の降雨になると水質汚濁と流量の増加が急激に進むことがわかった。CSOが河川の水質に与える影響は大きく、そのため未処理排水が直接河川に流入しないような対策をとる必要がある。また、今回の観測データだけではデータ数が少なく、高い信頼性は得られていない。そのため、今後もデータの収集を続けていく必要がある。