

日本橋川における汚濁流出解析と水質浄化方法の検討

芝浦工業大学大学院 学生会員 ○高野 健太
 芝浦工業大学 堀口 祐太
 芝浦工業大学大学院 正会員 守田 優

1. 研究背景・目的

近年、日本橋周辺地区の再開発に対する動きが活発となっており、首都高速道路の地下化、日本橋の歴史的・文化的価値の見直し・日本橋川の親水性の復活が中心的な課題となっている。

これらの課題の共通項として日本橋川があり、その現状として、アオコやスカムなどの平常時の問題、浮遊ゴミや下水臭などの洪水時の問題がある。

これらの背景を踏まえ、本研究では日本橋川の水質改善に焦点を絞り、欧米で主流の汚濁流出解析ソフトである SWMM を用いて、日本橋川における汚濁負荷流出機構を明らかにし、さらに最適な水質浄化方法を提案し、その効果を検討することを目的とした。

2. 解析対象地域

本研究の解析対象地域は、図 1 に示す日本橋川排水区である。排水区面積は約 700ha、排水区人口は約 23 万人であり、下水排除方式は合流式である。

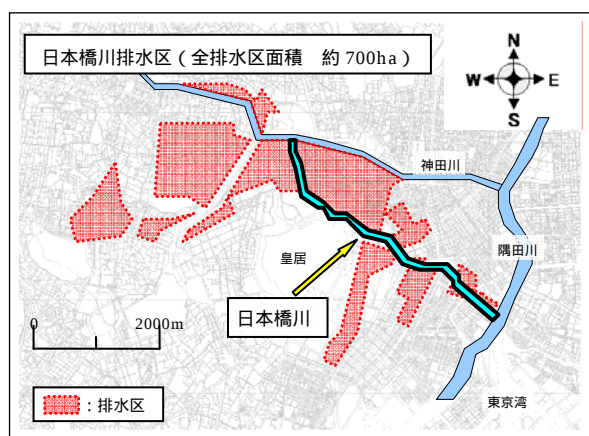


図 1. 研究対象地域

3. SWMM の概要と構成

SWMM(Storm Water Management Model) は、1969 年～1971 年にかけて米国環境保護局(EPA)とフロリダ大学により開発され、現在世界的に主流の汚濁流出解析ソフトの一つである。主な適用業務としては、合流改善策の検討、下水道管渠の評価、浸水対策などがある。

以下に、SWMM を構成する雨水流出モデル（降雨損失モデル、地表流モデル、管内水理モデル）、汚濁負荷量モデルについて簡潔に述べる。

3. 1 雨水流出モデル

3. 1. 1 降雨損失モデル

降雨損失モデルでは、不浸透域では窪地損失のみを、浸透域では窪地損失と浸透損失を考慮する。また、浸透損失モデルには、Horton 式を用いる。

3. 1. 2 地表流モデル

地表流モデルでは、降雨から損失部分を除いた有効降雨をキネマチックウェーブ法により追跡計算を行う。

3. 1. 3 管内水理モデル

下水道管内の流量を計算する管内水理モデルでは、Saint-Venant 方程式を Dynamic Wave 近似した式を用いている。

3. 2 汚濁負荷量モデル

地表面に堆積した汚濁物質は、降雨の流出とともに、下水道管内に流入する。このとき、堆積量と流出量を求める式が以下に示す式である。

<堆積モデル>

$$DD = A \cdot X \cdot t^B$$

DD: 堆積汚濁量[mg/l] X: 集水面積[m²]

A: 係数 B: 指数 t: 時間[day]

<流出モデル>

$$L = a \cdot k \cdot r_e^b \cdot A \quad \frac{dP}{dt} = -L$$

L: 流出負荷量[mg/l] a: 単位換算係数

k: 流出負荷係数 re: 有効降雨強度[mm/hr]

b: 指数 A: 流出面の面積[m²]

4. 解析結果

本研究では、下水道からの越流水を日本橋川に流入させた時の水質変化の解析を行った。解析に用いた降雨は 10mm/hr、30mm/hr、50mm/hr の計画降雨で、降雨継続時間は 6 時間である。解析の初期条件を表 1 に示す。

表 1. 解析の初期条件

BOD 濃度	1.7mg/l
初期水位(A.P.)	1.24m
平均流速	0.05m/s
上流端一定流量	8.0m ³ /s
マンシングの粗度係数	0.025

洪水時の水質のため、深さ方向についても均一の値とした。

キーワード 日本橋再開発、日本橋川、水質浄化方法、SWMM、合流式下水道

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 守田研究室 TEL03-5859-8353

4.1 日本橋川の水質変化の結果

下水道からの越流量は生活污水の影響により、雨が降り始める時間帯によってかなりの差がある。生活污水は人間活動が始まる朝6時ごろから増え始め、10時頃にピークを迎える。図2は、降雨開始時間が0時と6時におけるBOD濃度の変化の計算結果である。なお、結果を表示する地点は日本橋地点である。

両ケースの濃度変化を見ると、0時からの場合、最大1.2mg/lの上昇に対し、6時からでは、2.1mg/l上昇している。このことより、日本橋川の水質が生活污水によって大きく影響を受けることがわかる。

図3は、降雨強度の違いによるBOD濃度の変化であり、降雨開始は全て、水質に影響の大きい6時からの場合である。結果を見ると、降雨強度が強いほど水質変化が早く現れ、ピーク濃度も大きくなる。さらに、大きなカーブを描くように変動するため、水質悪化の時間が長く続くことがわかる。

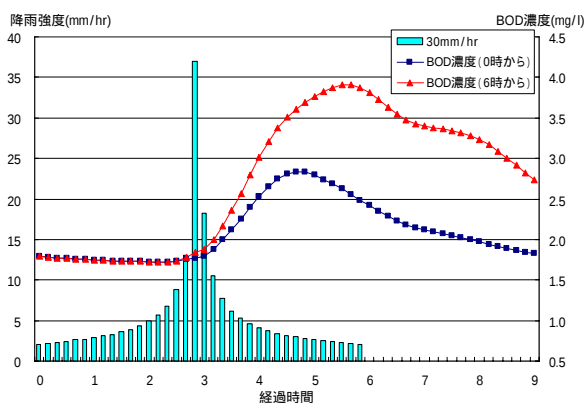


図2．生活污水の影響によるBOD濃度の変化

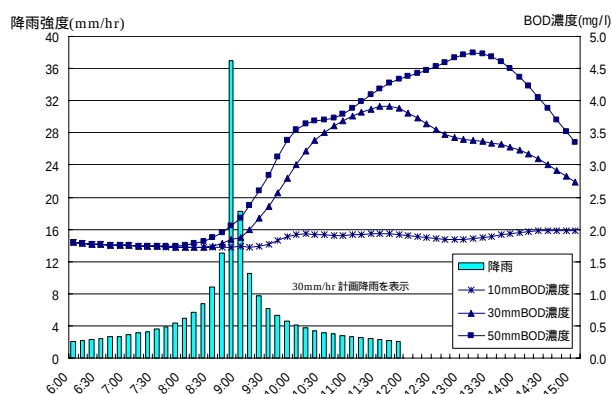


図3．降雨強度の違いによるBOD濃度の変化

4.2 水質浄化対策の効果

河川の水質浄化対策には様々な方法があるが、本研究では越流堰高の上昇と、雨水滞水池の設置による効果を検討する。越流堰高については、標準時から1.2倍と1.5倍に上昇させる。また、雨水滞水池については50mm降雨時の越流水をすべて流入させられる滞水池を対策100%とし、10%、30%、50%と対策率を変化させる。降雨には、これまでに述べた3降雨を用い、降雨開始時間は6時からである。

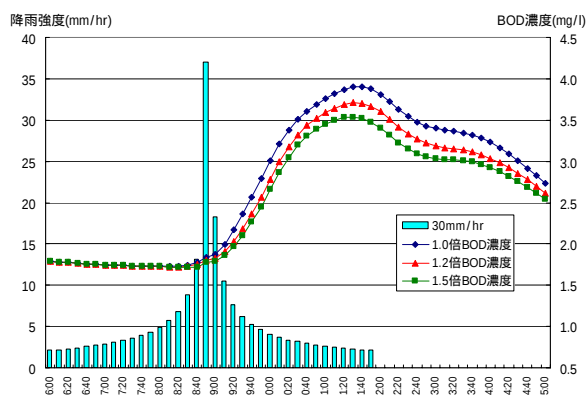


図4．越流堰高上昇によるBOD濃度の変化

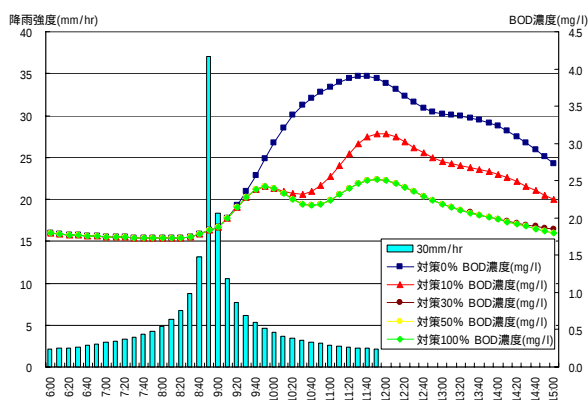


図5．滞水池の設置によるBOD濃度の変化

4.2.1 越流堰高の上昇による効果

図4は、日本橋地点における越流堰高上昇によるBOD濃度の変化のグラフである。結果を見ると、越流堰高の上昇によってBOD濃度は減少するが、大きな変化は見られなかった。これは強降雨時の下水管内の水位は、越流堰をはるかに凌ぎ、堰高にほとんど関係無く越流を起こすためだと考えられる。

4.2.2 雨水滞水池の設置による効果

図5は、同じく日本橋地点における雨水滞水池対策によるBOD濃度の変化のグラフである。結果を見ると、図4と比較して強降雨時でも大きな効果が出ていることがわかる。また、30mm/hr程度の降雨なら30%の対策で、100%の対策と同じ効果が得られることがわかり、費用対効果の検討に有用な結果が得られた。

5. まとめと今後の課題

結論として、合流式下水道からの越流水が日本橋川の水質に大きな影響を及ぼすことが把握できた。また、合流改善の一般的な水質浄化対策である越流堰高の上昇を行った場合の効果は小さく、むしろ雨水滞水池の設置による水質改善を進めるべきだとわかった。

今後は、環境経済評価の確立を行い、水質改善対策の効果と事業費の比較による検討が必要である。また、日本橋川の水質に影響すると考えられる外濠からの流入や、感潮河川による影響についても計算に組み込むべきである。