

II - 85

都市河川水の直接浄化に関する研究 —— 河川水質変動における一考察 ——

榎 竹 中 土 木 正 員 ○森 嶋 章

竹中技術研究所 正員 大澤武彦 奥田信康

1. まえがき

快適な居住環境への関心が高まるなか、都市近郊における「水辺の創造」は、まさに緊急の課題となっている。このような要求に反して、河川を流れる水は生活系の排水などで汚染され、上水源の水質悪化を生じたり、「水辺の創造」をも困難なものにしている。

筆者らは、この問題に対する具体的対策の1つとして、汚濁河川水の高効率直接浄化システムの開発を行っている。本編は、2年間の実証実験を通じて得られた河川水質変動データより、降水量が河川水質に及ぼす影響を考察するものである。

2. 実験対象河川流域の概要

実験を実施しているのは千葉県内のF市N川である。本河川の流域面積は431.8 haであるが、実験施設は上流部に位置し、施設地点での集水面積は25ha程度となっており、比較的高低差の小さい平坦な地形である。

本地点での渇水時の河川流量が1,000m³/日前後であること、また、住宅地面積も考慮すると本集水域の居住人口は3,000～3,500人程度と推定される。

3. 実験施設の概要

本施設は、深さ40～150 mの深井戸型シャフトを曝気槽とするディープシャフト法において、有機物除去媒体として活性汚泥に代えて包括固定化微生物を用いた超深層型の流動床バイオリアクターを中心とするものである。本システムは施設設置面積が非常に小さく、高水圧による高い酸素供給能力を持ち、さらに固定化微生物を用いることにより汚泥返送操作を不要としたところに大きな特徴を有している。

実験システムのフローを図-2に示す。シャフト部分の直径は1 m、深さは51mである。このシャフトは直径 0.6mの内管と2重管構造となっており、シャフトおよびヘッドタンクを循環する包括固定化微生物は、合成高分子であるポリアクリルアミドゲルに活性汚泥を固定化したもので、直径4 mm前後の球形をなしている。

曝気槽の滞留時間は本河川水に対して2～3時間（処理水量：500～700m³/日）を目標としている。また、曝気槽内で発生した汚泥は、ここでは砂ろ過器（ろ過水量：90m³/日）により除去し、最終的な処理水を形成している。



図-1 実験地域の概要

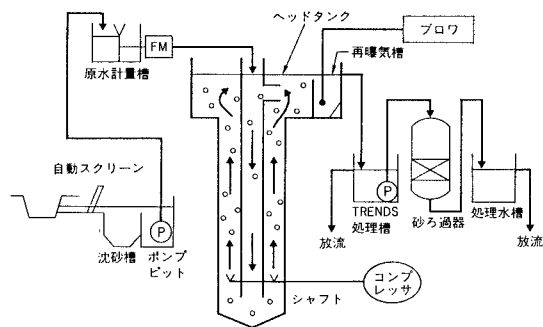


図-2 実験システムフロー

4. 実験経過

平成5年4月に施設を稼働し始め、同年9月より本格的な実験を開始した。分析項目は全BOD、溶解性BOD、ATU-BOD、SS、全窒素を基本とし、概ね1週間に1度の割合で24時間のコンポジットサンプルにより分析している。また、降水量は気象庁のアメダス船橋データを用いた。

河川水流量に関しては、晴天日の河川水流量が深夜から明け方までの間、極度に低下することから、晴天日の本河川水は家庭雑排水等を中心とした地域排水が大半を占めていると言える。

1) 河川水質の変動

実験開始当初は本河川水の平均的なBODは40～50mg/ℓ、冬期には降雨減少のため水質がやや悪化するものと予測していた。

実際には図-3に示されるように、全BODは非常に変動が激しく、これに対して溶解性BODは比較的安定した動きを示している。また、BODの季節的変動に関しては降水量の多い梅雨時に低く、渇水期の冬期に高いことがわかる。さらに、平成6年度は全年的な降水量の減少により前年に比べてBODが大きく増加した。

2) 河川水質と降水量の関係

実験施設から集水区域の最上流部までの距離はおよそ600mであり、洪水到達時間はわずか10～20分程度である。このため降雨終了後、数時間で降水のかなりの部分は本施設取水地点を通過してしまう。

こうしたことから降水による希釈効果は河川水のサンプリング日に近い時間帯に大きいものと考え、サンプリング当日あるいは前日、さらにはサンプリング前の数日間の降水量とBOD値との関係を求めようとしたが、明確な関係は得られなかった。これは降雨強度や降雨継続時間の相違あるいは降雨間隔の影響、地下浸透水の流出特性などの要因が複雑に関係しているためと考えられる。

これに対し、全BODの月平均値と月間降水量の関係性を求めたものを図-4に示す。河川に流出する降水が純水とし、地域排水が降水により希釈されることのみによって河川水濃度が決定されるとすると、本地域においては、次のような双曲線となる。

$$\begin{aligned} \text{月平均BOD} &= \frac{100\text{mg}/\ell \times 1000\text{m}^3 \times 30\text{日}}{1000 \times 30 + 0.6 \times 25\text{ha} \times \text{月間降水量}} \\ &= \frac{20000}{200 + \text{月間降水量}(\text{mm})} \end{aligned}$$

ただし、降水量のうち希釈に有効に働く係数を0.6と仮定した。この式を図-4に適用すると実際のデータとはかなり乖離する。また、双曲線回帰よりも図中に示すようなべき乗回帰を適用した方が相関性が高くなった。

こうした汚濁河川水の水質が冬期に悪化することは多くの河川で観測されており、その原因が降水量の減少による希釈効果の低下が主因と推定される。

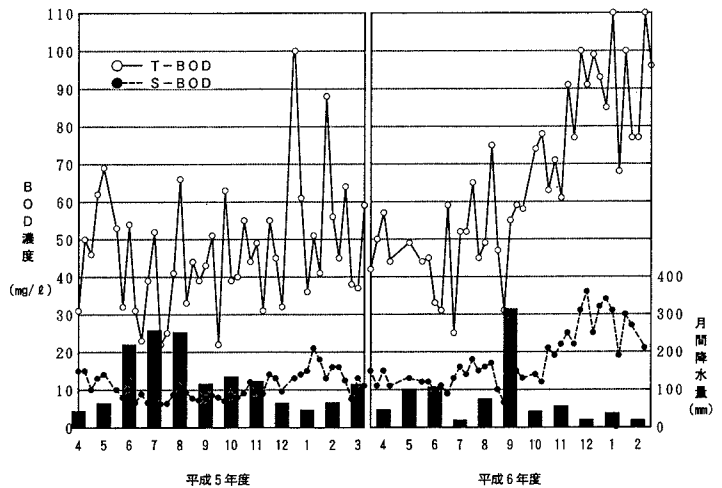


図-3 BOD値と月間降水量の経過

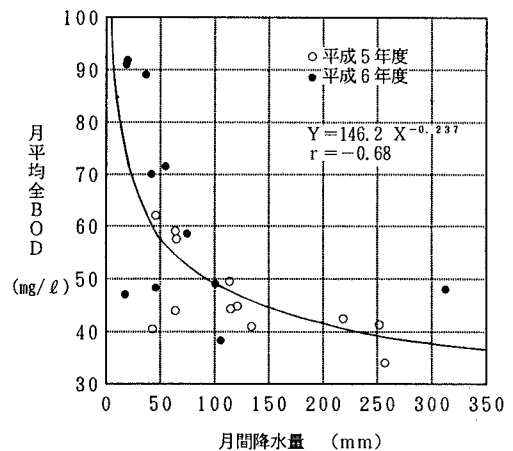


図-4 全BODの月平均値と月間降水量の関係

しかし、その他にも

- ①生活様式の季節変化による排出原単位の変化
 - ②水温低下による浄化槽や河川の自浄能力の低下
 - ③河川流量低下による掃流効果の季節的変動
- などの要因もあると思われるため、双曲線回帰では説明できない部分があると推察される。

5. おわりに

以上のような季節変動は、ほかにCOD、窒素、リン等も同様の傾向を示している。また、通常の下水に比べて難分解性有機物の割合が大きい（浄化槽により処理される部分があるためと推定される）などの水質特性がある。

本報告が汚濁の激しい都市河川水の浄化計画に際して参考になれば幸いである。