特集・快適な水環境の創造

下水処理水再利用による水環境づくり

村上 仁*

1. はじめに

今日、高度経済成長期から安定成長期へと移行し、都市の中に利便性だけでなく、「ゆとり」と「潤い」が要求されるようになってきた。

下水道事業においても、都市における生活環境をよりアメニティ（人間の生活あるいは環境の「快適さ」を指す言葉）なものとするべく新たな施策が求められている。

現在、下水道事業において3次処理などの高度処理が必要とされているのは、2次処理だけでは水質環境基準を達成できない水域や湖沼、海域などの閉鎖性水域における富栄養化による水質汚濁対策として、窒素、リンなどの栄養塩類除去、さらに、水資源対策の一つとして下水処理場内の処理工程水や雑用水として利用する場合である。

しかし、最近ではこのような利用だけでなく水辺の環境整備（清らかな水辺の蘇生）のため、例えば水枯れした河川の維持用水として利用されるケースが増えてきている。

大阪市においては、水都大阪にふさわしい水を生かした快適環境づくりである水辺の蘇生として、全国に先駆け、2次処理水を再利用して、「せせらぎ」を復活させ、死の川を蘇らせた。

以下、このユニークな水環境づくりについて、その内容を述べるとともに、本市が実施している処理水再利用の状況についても報告する。

2. 大阪市における下水処理水の再利用の状況

1) 大阪城の外濠用水として利用

大阪城外濠の水位低下を防止するために、城から東約1.5 kmに位置している中浜下水処理場の2次処理水を再処理（3次処理）して、日量約3,000 m³を送水し

ている。

使用目的が史跡の濠用水であるため、観光客に不快感を与えてはならない。従って、溶解性の有機、無機物質をも除去するのが望ましいが、用地面積等の関係から、SS（浮遊物質）のみを除去対象とした急速ろ過施設を設けた。

昭和45年11月より送水しているが、送水の際、滝口で臭気が多少することを除けばとくに問題はなく、また、送水を開始して以来、濠に生息する鯉の増殖の著しいことが報告されている。写真-1は処理水を再利用している大阪城外濠である。

2) 下水処理場内での再利用

2次処理水は水質的にそのまま使用できる箇所（エアレーションタンクの消泡水等）について積極的に再利用を図ってきた。

しかし、しばしばスプレーの目づまりなどのトラブルが発生し、これを避けるため、SSの除去を主目的としたドラムスクリーン等の簡易な処理施設を設けている。

また、海老江下水処理場において、雑用水の不足に対処するため、本市において初めて本格的な処理水再利用施設（日量3,000 m³の能力）を建設したが、この

写真-1 大阪城外濠

* 大阪市下水道局建設部・建設部長
Hitoshi MURAKAMI

処理プロセスは凝集剤投入一かくはん一傾斜版沈殿一急速砂ろ過からなっている。この施設は昭和51年11月から供用開始した。

さらに、放下水処理場においても同様の再利用施設（日量6,000m³の能力）を建設して、昭和54年8月より運転を開始している。

3) 放流河川の水質環境基準達成維持のための対策
大阪市では、市内河川の水質環境基準の早期達成を目的として、昭和48年3月にクリーン・ウォーター・プランを策定し、平野下水処理場の処理水放流先である平野川分水路の水質環境基準は、昭和56年度を目標年次としてBOD10mg/ℓと設定した。

平野川流域は市街化の進展が著しく、また下水道整備の進捗により、平野川分水路の上流からの水量は殆どゼロになり、平野下水処理場からの処理水が唯一の水源となる。

そこで、平野下水処理場からの平均放流水質をBOD10mg/ℓとするため、3次処理施設を設けることとし、凝集沈殿一急速砂ろ過のプロセスを採用した。

しかし、建設にあたっては、当面、急速砂ろ過施設のみで処理プロセスで十分所定の処理水質が得られると判断し、とりあえず急速砂ろ過施設のみを建設することとした。

砂ろ過施設の能力は、放流水面の水質を確保するた

め、計画日最大汚水量32万3千m³/日のうち10万m³/日とした。

砂ろ過の方法には、下向流と上向流があるが、両者を比較すると表1のようになる。

下向流は古くから上水道の処理施設として長年にわたって採用されている。しかし、当時は、上向流は下向流に比べ日本では実施例が少なく、かつ施設が小規模であった。

しかしながら、上向流は、SSの捕捉機構が粗い粒子で構成されているろ層の下部から原水が流入し、順次細かい粒子に向かって通過する構造であるため、ろ層全体でSSを捕捉する、いわゆる、深層ろ過となっている。そのため、一サイクル（ろ層の洗浄から次期洗浄の間）のSS捕捉量が多く、約5kg/m²（下向流の約1.5～3倍）捕捉される。また、処理水が池の表面でトラフに流入するため、水面が清澄で処理水の監視が容易である等の長所がある。

一方、短所としては、ろ層の下部から原水が流入する構造となっているため、水流によりろ層を上方向に膨張させる力が働くため、これを押さえるなどの目的で砂層を厚くする必要がある。また、ろ材膨張やろ層を破壊させるブレイク・スルー（ろ層に縦方向の亀裂が生じる現象）が発生するおそれがある。また、ろ層全体でSSを捕捉するため、ろ層洗浄の際、空気と水による長時間かつ、複雑な作業が必要である等があげられる。

下向流では細かい粒子で構成されているろ層上面から原水が流入するため、表層ろ過となりSS捕捉に寄与する部分がろ層の表面に限定され、一サイクル当たりの捕捉量が少なくなる。（この傾向は複層ろ材としても同様である。）

このように下向流、上向流とも長所、短所をもっているが、平野処理場において、上向流を採用したのは、SSの多く含まれている下水の2次処理水に適していると判断したためである。ろ過速度は、事前調査では400m/日も可能であったが実用上の安全を見込んで200m/日とし一池の規模は実績を重視して40m²程度とした。

従って、計画施設能力が10万m³/日であるため設計ろ過速度を200m/日とすると所要ろ過面積は次式で求められる。

$$100,000 \text{ m}^3/\text{日} \div 200 \text{ m}/\text{日} = 500 \text{ m}^2$$

この結果と運転の際、洗浄を同時に2池行う場合も想定して、ろ過池の形状は一割強の余裕を見込んで、

表1 上、下向流の比較

項 目	上 向 流	下 向 流
SS 捕捉機構	深 層 ろ 過	表 層 ろ 過
ろ 材 の 構 成	単 層 ろ 材	複 層 ろ 材
一サイクル当りの捕 捉 量	5 kg/m ²	1.7～3.7kg/m ²
ろ材の均等係数	下向流に比べ厳しく1に近づける必要なし。	1に近い材が必要（均一な粒子が要求される）
ろ 層 厚 さ	1.7 m程度必要	0.6～0.7 m
ろ 過 速 度	200 m/日	200 m/日
支持層の役目	SS捕捉に寄与する	整 流 効 果
ろ材の洗浄時間	60分 洗浄作業が複雑	20分 洗浄作業が簡単
原 水 の 前 処 理	スクリーン等で粗大ゴミを除去する必要がある。	前 処 理 不 要
1 池 当 り の 規 模	40m ²	150m ²
建 設 費	上向流、下向流ともほぼ同額	
実 績	実施例が少なく、かつ、小規模施設である。	古くから上水道で使用しており、実施例が多く、大規模施設がある。

図-2 浄化用水導入パイプの経路図

さらに、今川の最上流部につながるものであり、パイプ延長は5.3 km、日量最大15,000 m³ 圧送するものである。地域の人々が「いいこの場」として利用できるように、今川の最上流部約300 m区間には岩や石を配置して人工の溪流をつくり、木製の橋や遊歩道も設け、河岸には芝生や樹木で緑化をはかり自然環境に親しむことのできる景観をつくりだしている。

この事業は、河川浄化の一つの方法として下水の3

次処理水を利用するもので、ユニークな試みとして、注目されている。

図-2河川浄化導入パイプの経路図、写真-3は3次処理水が流れる今川のせせらぎを示す。

3. おわりに

建設省においても、時代のニーズに応じ、昭和60年度より新規事業として「アメニティ下水道モデル事業」(オープン水路のせせらぎの回復等)がスタートすることとなった。

今後、全国の都市で処理水の有効利用が積極的に取り組み、ドブ川や水枯れした河川に清流を復活させる事例が増加するものと予想される。さらに周辺に散歩道を設けたり緑化を行うことで地域住民の潤いといいいの場となり、水を通じて自然環境に親しむ機会と場所を与えることができるものと期待される。

本報告で説明した今川に清流を復活させた事業は、下水道事業と河川事業を有機的に絡ませ、実施したユニークな試みであり、今後の都市中小河川のあり方の一つの方角を示唆したものと自負している。

今後とも、本市としても下水道は都市における水循環の一構成要素として認識し、快適な潤いのある町づくりを目差して努力していきたい。

写真-3 今川のせせらぎ