

上下水道をトータルシステムとしてとらえる



東京都市大学
工学部都市工学科
教授

長岡 裕 Hiroshi Nagaoka

いうまでもなく、上下水道は人々の暮らしに欠かすことができないもので、まさにライフラインというに相応しいインフラである。しかも、ダムなどの水源にはじまり、河川における堰からの取水、延々とつながるトンネルなどの導水路を通過して浄水場にたどり着き、入念な水処理工程を経て、さらに送水管を通過して配水池に湛えられ、道路下に毛細血管のように張りめぐらされた配水管内を圧送されて、家庭内の細かい給水管を通り蛇口までたどり着く水道システムでやっと半分である。使われた水は、やはり道路下に根のように張めぐらされた下水管によって吸い込まれるように集められ、下水処理場において自然に返すべく丁寧に処理をされた後に河川に戻されて、やっと完結である。

このような長大な直列システムを取り扱うことが上下水道の難しさでもあり、また面白さでもある。震災によってこの線上のどこかに被害をうければ、全体システムが機能不全になってしまう恐ろしさがあるがゆえ、管を二重化することや系統を連絡するなどのバックアップシステムが求められているのである。ところが、上下水道技術に携わる技術者はしばしば、このシステムの中の個別のパートのみに集中し、全体システムの中での位置づけを忘れがちである。浄水技術を担当するものは、浄水場へ流入する原水水質と送り出す浄水水質のみに関心があり、下水管の施工技術者は、地盤条件や管の力学的特性などに興味を集中させる。個々の技術の革新が上下水道技術の向上につながることは間違いないことであるが、少し視線を遠ざけて、全体を眺めてみることによって、思わぬ技術革新のシーズをみつけることもできるし、上下水道システムに何が求められているかに気が付くこともある。

例えば、水道システムを例に挙げると、浄水場までの導水過程が圧力管であり、浄水場が池構造である急速ろ過である場合、取水から配水池までに至るまでの間で、浄水場において圧力を解放せざるを得ず、たとえ取水地点が上流の高地であったとしても、その位置エネルギーを浄水場において一度解放せざるを得なくなる。ところが、基本的には池構造でない膜ろ過を用いると、浄水場におけるエネルギーロスを防ぐことができ、配水池まで取水地点における位置エネルギーを

有効に利用することが可能となる。実際に急速ろ過の浄水場を膜ろ過で更新することによって、位置エネルギーを配水池まで有効に活用し、電力消費を大幅に削減した例もある。

下水の再利用技術は日本の得意とする分野ではあるものの、日本の水資源は豊富なので再利用の必要性が中東や中国などの水資源がひっ迫している地域ほどには高くなく、膜分離活性汚泥法などの適用事例は限られていると考えられている。しかし、日本の水資源の半分はダムに依存しており、特にコンクリートダムにも耐用年数があること、近年の降雨パターンには不安定要素があって、現在の水資源の状況にもリスクが潜在していることなどを考えると、下水再生水を水資源計画の中にしっかりと位置付けることの必要性が重要になってきていると考えられる。さらに水資源の用途先を考えれば、再利用用途としては、工業用水を中心に考えるべきであることにも気が付くであろう。

また、上下水道事業が基本的には市町村単位で営まれていることから、小さい自治体の事業は必然的に小規模となり、昨今の公務員削減の嵐も相まって、システムを維持管理する職員数の削減傾向は止まるところもなく、事業を継続することが困難な事業も数多くあるが、近年のIoT技術の革新によって、維持管理を無人化して職員減に対応することや、維持管理データを共通化することによって事業の広域化を容易にすることなどもできるだろう。また、上下水道は基本的には別々のシステムとなってしまうが、道路下に埋められている管路情報（マッピングシステム）に関しては共通する要素が多々あるので、両者を共通システムの上に乗せることによって、より効率的かつ経済的なシステムを構築することも可能になるであろう。

上下水道システムの魅力については、水がなくてはならないものであるという社会的使命の大きさを強調して語られることが多い。国連で採択された持続可能な開発目標（SDGs）においても、水の課題は大きな割合を占めていることからそのことは分かるであろう。それは、多くの上下水道に携わるものの誇りの源でもある。しかし、それだけではなく、山間に建設されたダムに始まり、家庭内のミクロな給排水システムを通して、下水処理場の放流口までつながる長大システムであることに由来する技術的な難しさと面白さがあることも強調したい。だからこそ、意外な視点からの意外な技術革新や思わぬシステムの効率化の可能性が秘められていると思う。上下水道に関わる一人でも多くの技術者に感じてもらいたいと願っている。