展望・水処理

下水道の高度処理技術の展望

宗 宮 功*

1. 社会状況変化と下水道

新ミレニアムを迎え、今世紀は環境の時代ともいわれる。名は体を表すはずだが、どの分野でもどうも何がどのように変化するのだろうか。

かりに環境の時代を資源循環利用の時代であると位置付けると、無駄使いを止め、繰り返し利用し、省資源に心がける掛け声がより声高に起こってもいいはずであるが、容器包装法などの単発的な法制化はあっても、具体的に人の生活の場全体を通じて、エネルギーはどう節約するのか、使っている道具はどのような手順で機能アップし、何世代も利用できるようにするのかといった人の生活・行動規範、すなわち倫理観が明確でなくむしろ欠如したままで、大きなうねりとして胎動し、喚起するまでに至っていない。

今までのように機能と効率を追求し、面白おかしく愉快地に生活し、資源を浪費することを享受してきた文化そのものの見直しが迫られ、国として、地方自治体として、あるいは住民個人として、どう行動すべきかを真摯に検討する場の早急な形成が必修となっている。今後の資源とエネルギーを浪費しない社会を想定すると、個々人の生活パターンまで強制的に変更を求められる可能性がある。一面では内向きな生活態度の形成となり、従来の気ままな生活態度からすると、窮屈な時代で、環境保全のための新たな環境税を求められる時代へと向うのではないかと予想できる。

ところで、今回の命題である下水処理のこれからの方向性を、環境の時代にどちらに向かわせるのが妥当なのであろうか？ 平成11年7月に制定され、平成12年4月から施行された地方分権法に従い、下

水道法の一部も改正され、公共下水道の建設・維持管理に都道府県がより責任を持つ体制となってきた。また、下水処理場によるエネルギーの消費量は現在総消費電力量の0.57%に達しているのも現実である。今の機能を保持したままでも普及率の向上はエネルギー消費の増大をもたらし、さらに今後各地域ごとの条件を勘案しつつ、水環境管理を進めるために高度な下水処理目標の設定が避けられないことを考えると、エネルギー消費の増加要因しか浮かばない。今まで努力して建設してきた2次処理技術の機能の再評価を徹底的に実行し、公害の時代に防止策なるが故に許された資源やエネルギーの消費体制が見直されることとなろう。資源有効利用と省エネルギーの立場から、下水道の持つ都市環境施設の機能をもっと詳細に吟味し、下水処理場を3K職場から有効資源回収の職場へと新しい概念による機能開発によって変質させる必要があろう。下水道管渠自体も、光ファイバーを敷設する場として利用するだけでなく、需要地の近くで必要水量を高度処理し、位置のエネルギーを浪費することなく、適切量を提供するようなシステムについて、アイデアと技術の開発を進め、結果として増大するエネルギーについては、浄水場で始まったコジェネ方式による電気と熱の有効利用を導入せねばならないであろう。このためには、10年前の大プロジェクト「アクアルネッサンス」で得た下水処理場でのエネルギー自立条件から見て、下水の有機物濃度をBODで400mg/ℓ以上に維持する必要がある、家庭ゴミである生ゴミを下水に取り込むためのデイスポザー導入が有効であり、不可欠なものとなろう。それには当然下水管渠の高度化と保守の管理の強化が必要であり、さらに水、有機資源、栄養塩等の回収利用体系はどう作るのが最も効果的か検討を進め、付加する技術を開発する必要がある。

*京都大学工学研究科環境工学専攻水環境分野
Isao SOUMIYA

2. 下水処理目標の変化と処理技術

この30年間の下水道建設とその供用により、明らかに水域の有機性汚濁状況は改善し、例えば隅田川で花火大会やレガッタが開催でき、川辺で観客が夕涼みできるまでになった。人が水辺に近づいても、少なくとも有機汚染による腐敗臭や見栄えの悪さはなくなり、都市環境の改善に寄与してきたことは事実である。普及率向上を第一義とするため画一的な処理技術の適用を旨とし、有機物除去に関し90%以上の合格点を無理なく残せる活性汚泥法を中心として生物処理を進めてきたことから、下水道普及率の増加により有機物は除去できたが、処理目標になかった処理水中のアンモニア性窒素濃度が増加し、結果として放流先のアンモニア性窒素濃度の増加をきたす結果となった。処理水放流点より下流に水道水源がある場合、水の価値を低下させ、前塩素処理のコストを増加させ、副次的に有機塩素化合物が増加する事象があちこちで発生した。水源汚濁は水道水源の確保という立場から、水道サイドが法律を制定して下水の高度処理に補助金を出すまでに至った。活性汚泥法の設計基準も、汚水中の病原菌や有機物を取り除くことを最大の目的としたアメリカ流ではなく、英国流の基準、すなわち、下水処理では有機物だけでなく、アンモニア性窒素を含む処理水中の酸素消費物質をできる限り少なくする立場からの設計基準を適用していれば、上記のような補足的な法律はもともと不必要であったはずである。ただ、行政上、浄水処理と下水処理では監督官庁が異なるため統合的な配慮を求めることは無理であったかもしれないが、今では河川の溶存酸素の低下が問題視される場はごく限られてきている。むしろ窒素・リンに起因する富栄養化問題が大きくなっている。富栄養化現象を生じさせる条件は一般には、適切な水温と日射光、滞留時間などは当然として、窒素濃度が 0.3 mg/l 、リン濃度が 0.02 mg/l 以上であると言われる。これらの濃度は少なくとも、有機性汚濁を対象とした時代の処理レベルより1桁小さくなり、より緻密な処理技術が求められることを意味している。閉鎖性水域をかかえる関連地域では、窒素・リンの総量規制の適用が間近となっており、窒素並びにリンを計画的に一定率低減することを義務づけられ、これに必要な技術的対応を求められる段階に至っている。環境時代の処理目標の走りであり、

今後はさらに処理対象物質の対象水質濃度は低下する。環境ホルモンやダイオキシンに代表される環境微量汚染物質の処理にあつては、処理対象濃度は少なくともさらに4～6桁は低下する。

下水に比べ、はるかに清浄な原水を用いる水道にあつても、これら難分解性有機物質の対策では、一日数十万トンから百万トンの大量の水の極微量物質の処理を実施することから、処理技術開発ではこずっている状況にある。ましてや、高濃度の汚濁物質が共存する下水にあつては、下水処理の手順、適応技術のあり方などが、大量の有機物に対する極微量物質処理対策の立場から再考されねばならない。いずれにせよ、濃縮・分離・処理・処分に係わる各段階の対応技術の積み重ねと適切な組合せが必要であり、従来の「単純沈殿+生物処理」とどのようによく最適組合せをするかを考慮する必要がある。あるいは、新技術（膜処理、オゾン処理、活性炭処理、あるいは生物接触酸化処理）の導入による水処理過程の根本的な見直しを余儀なくされると考えられる。これらは、少なくとも従来型の捨てるための技術ではなく、新たに資源を利用するアイデアや概念で開発される、ないし開発されてきた化学的・物理的・生物学的処理法群の組合せとなろう。

また、80年代には塩素処理による発ガン性副次的塩素有機化合物の生成が話題となり、水道では大きな論議を呼び、塩素利用量の低減とオゾンや紫外線の利用などが提案されてきたが、下水道の塩素消毒についてはむしろ他山の火事的な取り扱いが散見され、その利用の是非についてそれほど真剣にかつ重大問題として多く論じられることはなかった。さらに、この十年間塩素処理に関し浄水処理過程で話題となってきたのは、塩素処理では消毒できないクリプトスポリディウムの存在である。人が一定量以上のオオシストを摂取すると発病し、下痢や腹痛を伴い、免疫不全の人は死に至ると言われる。問題は塩素で消毒できない点であり、塩素消毒万能と考えてきた水処理界に大きな警鐘となり、いわば従来の処理体系が万全でないことの証ともなってきた。原虫問題はクリプトスポリディウムだけではなく、さらに同類的な原虫汚染が指摘されてきており、今後も絶えずより広範な情報を入手し、真摯に対応技術の開発と処理プロセスのあり方を吟味することが必要なことを示している。