

工業用水道

大阪工業大学* 宮北 敏夫

1. 緒言

河川は農業、上水道及び鉱工業用水、並びに水力発電などの水源となり、また、舟運、レクリエーションなどに利用され、水産資源ともなる。一方、河川は雨水、下水の排除と洪水防御の大切な役目を果たす。湖沼も大体河川と同じことがいえる。地下を潜流する伏流水、地下水(井水)も農業、上水道及び鉱工業用水などに利用され、いずれも人類に極めて大きな貢献をする。ここでは工業用水道について論じ、それに関連する上水道及び下水道についても若干触れてみたいと思う。

2. 上水道

わが国近代水道の始まりは、明治20年完成の横浜の水道であり、明治28年完成の大阪の水道は、明治23年公布の水道条例に準拠して、できた最初のものである。従つてわが国水道の歴史は新しく、精々70年そこそこにすぎない。明治、大正時代の水道技術の進歩は、それほど顕著ではないが、昭和時代とくに戦後において、水道事業の改革が、技術、経営、監督などの面にみられるに至つた。昭和27年地方公営企業法が公布され、また昭和32年旧態依然たる水道条例に代つて、新時代に即した水道法が公布されたが(水道法の施行期日を定める政令と水道法施行令とは12月12日付で、また水道法施行規則は12月14日付で公布)、多年水道界要望の水質保護条項は、産業保護方面からの強裂な反対に逢い、全面的に削除された。たまたま、本州製紙の問題が導火線となり、昨年秋の臨時議会に提出の水質保全に関する二法案は、未曾有の議事混乱のため審議未了となつたが、年末の通常国会で衆参両院を通過し、昭和33年12月25日付を以て公共用水域の水質保全に関する法律及び工場排水等の規制に関する法律の公布をみて、ここに宿願が達せられた。

なお人口数からみた今日の水道普及率は欧米各国より低く、40% (都市人口数からみた場合は70%) と推定され、これを英米の80%~95% (都市人口数からみた場合は殆んど100%) に到達させるには、わが国の経済力からみて今後2・30年を要するであろう。

3. 下水道

暗渠式下水道の始まりは、明治5年施工の銀座下水道

のようである。明治33年公布の下水道法に準拠して、施工された最初の下水道は、仙台市で、明治32年~大正2年にかけて第1期工事を完成している。従つて近代下水道の歴史も新しく、精々60年にすぎない。

わが国民は従来ややともすれば衛生思想に乏しく、屎尿が重要な肥料として尊重されていたために、この処分になんら困難を感じることもなかつたこと(この点は、欧米諸国と根本的に趣を異にする)、下水道事業の遂行には多額の資金を要し、水道事業の水道使用料の如き、市民に得心のえやすい財源のえられなかつたことなどのために、その発達は遅々たるものであつた。昭和の初期、下水道熱の高まつたこともあつたが、ことに終戦後の人口の増加と産業の発展とは、放流下水による河海の汚染をはなはだしくし、衛生上の危険を感じるに至つたことと、化学肥料の普及するに及び、屎尿処分が問題化し、応急処置として屎尿消化槽の設置などが始まつたが、これは飽くまで一時的な方便であつて、終局的には水洗便所の普及を計らねばならないことなどのため、終末処理を伴う下水道敷設をせねばならない。下水処理場は東京の三河島に大正年代に設けられたが、これがわが国最初のもので、はや40年を経過している。

最近の下水道普及状況は市街地面積の12.8%、利用人口は市街地人口の10.6%、また、終末処理場普及状況は3677市町村のうち処理場を有する所が8都市で、処理人口は400万人、その普及率は総人口に対し4%、市街地人口に対し10%という低いものである。これをアメリカの排水人口95.5%、処理人口68.5%に比すれば雲泥の差があり、わが国下水道事業の困難さが一段としのばれる。

さて従来の古色蒼然たる下水道法を廃棄して、昭和33年新に時代に即した近代的な下水道法が公布され、34年に施行されるに至つたことは注目してよい。放流水の水質の適正維持は絶対に必要なことであり、更に最近のように都市がつぎつぎと、上流の下水放流水を下流で、水道、農業、産業用水等に再使用する機会が多くなつてきた現状では、放流水質の適正維持は下水道法施行に当つての要諦の一つであらねばならない。このためには、完全下水道として終末処理場の完備が最も大切である。新下水道法に水質の条項や、終末処理場、除害施設、設

*大阪市旭区大宮北ノ町1丁目、土木工学教室

計監督管理者の資格が重要な問題として盛り込まれていることを忘れてはならない。

4. 工業用水道

狭少な国土に、過剰人口を養うべき運命を担うわが国は、工業立国を国是とせざるを得ない。その努力の甲斐あつて、世界は日本経済のすばらしい成長に驚異の目を見張っている。政府の5カ年計画でも、昭和37年度までに毎年6.5%の成長を見込み、今後10年足らずの間に、生産はいまの2倍に達する。どこの国にも負けない商品を作り出すためには、能率のよい近代的工場を立地条件整備の工業地帯に設けることは、重要な問題である。現在通産省にもたらされている調査によると、鉱工業地帯整備計画をもつところは、北は北海道から南は九州に至るまで26地帯であるが、大部分は工業用水の問題を重要な課題としてとりあげている。

全国生産の5割以上を受持つ京浜、阪神、中京、北九州の四大工業地帯は、工場が集中しすぎて幾多の隘路が発生し、特に工業用水の逼迫が目立ち、とても新しい工場を建設する余地がない。そこで政府は、いずれも工場用地の造成を目的に、昭和37年度までに1,000万坪の埋立工事を計画実施しつつある。しかし条件完備の適地は、簡単には見当らない。立地条件としては①輸送、とくに道路、港湾設備の整備。②水資源の確保と工業用水の潤沢、低廉な供給。③上水道、下水道、排水設備の完備。以上の三条件を満たすことが先問題である。以下②の工業用水道について述べてみよう。

工業用水については、従来は各工場が市営の水道水か、自家専用水道水による場合が多かつた。市営水道では、水量的に不都合を来す恐れがあり、使用料も高く、生産費に影響を来す恐れがあるので、自家専用水道の水源に地下水がよく利用されたものである。ところが、最近地下水の過剰汲上げによる地下水位の低下、これに基づく海水の浸入、地盤沈下などと憂うべき障害事件がづぎつぎと各地で起きてきたので、地下水の汲上げを制限し、この代り水源を求め、合理的な工業用水道実施の必要が起きてきた。このような次第で、昭和33年4月工業用水道事業法の公布をみ、ついで、工業用水道事業法の施行期日を定める政令と施行令とは、昭和33年10月20日に、また、施行規則と工業用水道施設の技術基準を定める省令は、10月24日に、それぞれ公布された。

さて、工業用水に使用される水源の種類としては、海水、港水、湖沼水、伏流水、地下水(井水)、下水浄化水などが考えられる。それら水源の選定に当つては、量質ともに満足であり、低温、低廉であるという条件を満たすものを以て最良と考えるが、これらすべてを満たす水源を

求めることは容易でない。

一般に工業用水道の計画水量は莫大で、1日10万トン以上のものが多い。地方的条件もあり、議論はあるが一般には表流水によるものが多い。さて、工業用水は飲料水ほどの清澄さを要しないと一般にはいわれ、沈殿処理のみで濁度を下げて、供給する場合がかなり多い。供給をうける側では低濁度を期待し、そのまま冷却水に使用の場合は水温が問題となるが、微細な浮游物質は好しくない。工業用水として最も多量に使用される冷却用水は、低温が第一条件であるが、経済的な理由で海水も使われる。しかし全くその使用を止めた例もある。これに対しパルプ、繊維、染色、写真工業などは、水道水以上の純度が要求され、ボイラー用水などは高温高圧式の発達とともに、蒸溜水以上の純水が使用されるなど、工業用水の間口は広くかつ多様である。しかしここにいる工業用水道は多量に要求される冷却用水を対象とすべきで、特に純度の高いものを要求する場合は、工場自体において必要とする程度に浄化処理すればよい。

先に、通産省では全国主要工場の用水需要調査を行つたが、それによると、淡水だけで昭和31年1,740万トン(H)から昭和37年3,380万トン(H)に倍増する見通しで、その差1,640万トン(H)を今後数年間に供給する必要があるとしている。同じく通産省発表の工業用水道5カ年計画というのは、工業用水道に対する需要が、昭和31年94万トン(H)から昭和37年634万トン(H)と6.7倍の飛躍が期待され、この計画の実現によつて一応水量の確保は期待しえようが、使用料金、水温、水質などの点において幾多の問題を残す。

5. 今後の課題

わが国土は狭少で、しかも急峻であるという地形上の不利はまめがれないが、幸い多雨の国柄であるから、工夫を凝し、つとめて水の欠乏するが如き窮境の打開を計らねばならない。将来、増量を見込まざるをえない上水道、農鉱工業用水道、水力発電などの計画を樹てる場合は、水資源の最大限の利用を計る必要上、合理的にして経済的な計画を総合的に樹てて、公平な水の配分と合理的な水の使用を考えねばならない。一方、水源の涵養につとめ、治山、治水はもとより、利水のためにも、政府は各河川水系の総合開発計画を、いま一段と活発に押し進めねばならない。渇水期の用水確保のためダムを築造して、貯水池とすることは従来から行われているが、最近是多目的ダムの建設される場合が多く、これは治山、治水の役目をするはもちろん、それによつて生ずる貯水池水の各用途に対する公平な水の配分を目的とするもので、誠に時直を得た計画といつてよい。利根川系とか、

琵琶湖、淀川水系とかの総合開発計画などよくいわれるが、いずれも治山、治水、利水に通ずるものである。

しかし、いかに多雨の国柄とはいえ、限られた国土と限られた降雨量であつてみれば、貯水池を築造して利用水量の増加を計つてみたところで、いつかは水不足を来すことは明らかである。そこで現に使用の水につき節減の余地なきや否や、使用済みの水の再使用あるいは下水の還元使用などにつき考慮すべき必要が起きてくる。最近下水の浄化水をさらに適当に処理して、還元使用が行われ注目される。東京都の三河島下水処理場において、活性汚泥法による処理水を急速ろ過にかけ、塩素殺菌した上これを江戸川製紙の工業用水に使用し、従来地下水使用の場合に比し、よりよい成績を挙げている。大阪市の津守下水処理場においても、同じような研究が目下すすめられている。この問題は下水処理施設を有する都市の今後の問題として大いに検討、考慮すべきで、ことに大阪などでは、処理場位置は多くは河口に近く、臨海地帯に存在する工場の工業用水として処理水を利用する場合は、その配水施設費にも低廉が期待される。また水源問題の解決を助け、処理場施設の推進にも大いに役立ち、有利である。

海水を淡水化する問題が経済的に有利に展開すれば、四面環海のがわが国はもとより、全人類の悩みは直ちに解消する。従つてわれわれ科学技術者は、この容易ではないが重大な問題に取組み、工業地開発の死命を制する程に、必要不可欠の工業用水を、経済的に確保しようという関係機関の総力を結集して研究、成果を挙げねばならないが、すでにその機運はつくられ、政府も木格的にとりあげるに至つただけに、今後の大なる関心と期待がもたれるわけである。さて衆知のように海水を淡水化することは可能であるが、現在のところ1トン当り100円以上もかかるといわれ、工業用水としては、あまりにも高価にすぎ、実用価値がない。しかし京浜、北九州、阪神などのように、わが国の運命を担うほどの重要な工業地帯が、そう遠くない将来、絶対的な水不足に当面することは必至であり、下水の還元使用にも限度があるといつた現状からすれば、好むと好まざるとにかかわらず、この容易ならざる海水の淡水化を企業化し、生産コストに余り響かない程度に、1トン当りの単価を下げねばならない。口進月歩の科学を以てすれば、この難問題の解決も可能となり、水の世界に大革命が起るであろう時期も遠くはあるまい。

水資源の欠乏の大きな原因の一つに、河水の水質汚濁の問題がある。直接には本州製紙、江戸川工場の工場排水問題が、きっかけになつて、ながい間、問題になつてきた水質の汚濁防止法案が成立したことは上述の通りであるが、この問題は単に江戸川にかぎらず、全国的に水

は目にみえてきたなくなつている。これは水産資源にはかり知れない損害を与えているだけでなく、大阪府市、阪神水道組合などのように、淀川の下流に取入口を有する都市の上水道にとつては、京都市をはじめ流域内の数多くの都市、村落の下水及び工場廃水が、殆んど大部分が未処理のままに、上流において放流されている現状では、淀川が水道水源としての価値を失し、致命的打撃となるは必然で、危険の刻々迫れることを意味し、今日では、全く放置しえない事態に立ちいたつている。ところが京阪神地区では、淀川水系以外には適当な水源がないのだから、自然淀川水系の上流から代りの良水源を求めねばならず、今日のように水利権の問題が複雑化している現状では、関係者が相寄つて、水使用の合理的な配分を十分に再検討して解決せねばならない。さて今仮りに、上流から代り水源を求めたとしても、これには多額の取水導水費を必要とするし、下流相当区間の水質は、良質水の流下がそれだけ減ずるから、今まで以上に一層水質の悪化が目立つ。のみならずその区間は、それだけ流量の減少と水位の低下とを来し、河水の利用価値が一段と減退する。これほど馬鹿げたことはない。従つて、淀川とは限らず一般水域に対し、水質汚濁防止の徹底を期さねばならないゆえんである。

さて多年要望の水質汚濁防止関係法案の成立は、歓迎すべきことであるが、法律ができただけで解決するほど簡単な問題でない。都市、村落側及び工場側の自覚に待たねばならないが、所詮下水道事業の普及発達を計り、屎尿は必ず一般家庭下水、工場廃水とともに下水道に流し、終末処理をして、高度の浄化水を河海に放流せねばならない。この場合、工場廃水は、未処理のまま下水道に流してよいというわけではない。必ず許された程度に（この程度こそ工場側にとつて問題となるが）、予備処理をした上、下水道に流さねばならない。そのわけは、下水道に収容できる水質には自ら限度があり、それを超過すると下水道の管渠を損壊したり、終末処理の機能を害するようなことになるからである。ところが下水道事業を計画遂行するには、長い歳月と多くの資金を要し、常にその財源に悩むものであるから、政府はこの点十分に理解し、財源の捻出についても今まで以上の援助をなし、国庫の補助も十二分に考えてもらいたいものである。また、工場廃水処理施設をすれば、ただちに生産費に影響することであり、大企業ですら処理施設を独力でつくることの困難を訴える現状であるから、中小企業の多いわが国では理想的な状態にもつて行くことは、容易ではない。そこでこれら除害施設の設置については補助、免税、国家融資を工場側は強く要請するであろうから、政府は汚濁規則の立法措置と併行して、予算措置を

(以下28頁へ)

(22頁より続く)

も講ずべきである。なお、この処理施設には多額の資金を要し、生産コストにも関係し、多様の工場廃水に対し多種の経済的な方法を見出さねばならず、なかなか容易ならざる大事業であるから、政府、民間ともに協力して研究し合う態勢にもつて行かねばならない。

下水道にしても、除害施設にしても、窮極は天与の水資源の保存と資源回収という大目的にそうものであり、都市側、工場側においては、ともに多少の犠牲を払う精神がなければならない。政府も相手の立場を真に理解し、相ともに協力する態勢にもつて行かねば、問題の満足な解決はむつかしい。下水の浄化水を還元使用したり、下水処理に伴うメタンガスを主成分とする下水瓦斯を発生させたり、乾燥汚泥を肥料として利用したり、あるいは石炭の煤煙から染料資源を回収し、石油産業の廃物からポリエチレンが生れる如く、廃液処理を通じて有効資源を回収し、基本産業の培養に資するなど、人類社会の福祉増進につとめ、平和な、むりのない、住みよい環境を作り出したいものである。