

日本下水文化研究会 関西支部総会講演

河川と下水道

大阪産業大学教授

菅原 正孝

本日は、次のようなテーマで話を展開したい。

- 一 都市化と水環境
- 二 河川環境の現状と課題
- 三 下水道の水質保全機能の限界
- 四 水環境再生の方向
- 五 地域の水環境マネージメント・システム

一 都市化と水環境

「都市化と水環境」について考察する時は、総合的に把握する立場が必要である。しかも、流域圏全体の中で捉えていかなければならない。

しかし、都市が膨張していく過程においては、上流と下流の関係が少しずつ希薄になっていく傾向がある。上流と下流の都市間で、それぞれ独自の立場で開発・成長していく時、横の連携としての都市間のつながりはあっても、上・下流の位置における関係は希薄になっている。本来、水というものは、上流から下流に向かって連続的に繋がっているわけであり、これを考えないわけにはいかない。

都市化という現象が、流域圏のなかでどのような影響を及ぼしているのかということから、

問題を整理していく。

都市化ということは、水文学的に見れば、流出率の増大であり、また水保全能力の低下ということにつながる。都市化によって、水の置かれている位置も、また随分と変化してきている。都市域においての濁水問題、洪水問題、水質汚濁問題といったことが現出している。これらを個々に捉えるのではなく、都市全体のシステムとして見直すことから始めなければならない。

都市化ということを別の指標でとらえ、これが水環境にどのような影響を及ぼしてきたかを考えると、データとして社会資本の整備状況という形で捉えてみると、たとえば、大都市圏への人口の集中、製造出荷額、大河川の整備率等で考えることができる。

大河川の整備率については、昭和三十年代から四十年代において高まってきたことがみえる。これに対する下水道の普及率、中小河川

整備率はまだまだ低く、同年代では二十〜三十%にとどまっていた。大都市人口比率、物資集中率は非常に高く、六十〜八十%と極めて高率であった。

昔から、都市の発展の歴史というのは、河川との連携において語られてきた。その都市域での生活スタイルとか、産業構造の変化に応じて利水の問題、或は治水の問題が主要な課題になったし、水質保全や浸水形態の変化等、都市の発展段階に応じた問題が幾つかあった。都市と水の問題は、社会生活の面からアプローチするというのが有効である。

都市の水環境の特徴をまとめてみると、

(一) 水の給配水システム(上水道)と排水システム(下水道)が、かなり整備されている。

(二) 水システム自体が巨大化してきた、或は広域化してきた。

(三) これに対して、河川環境整備に対する住

民の満足度が低い。

といったようなことが挙げられる。

このように、都市における「水」は、我々の生活環境から少しずつ乖離してきているということになるのではなからうか。そこでは、「水」というものの扱いが変わってきたように思われるのである。

他方、中小河川の整備率、或は下水道整備率についてはその後、整備水準があがってきた。

この傾向は今日に至るまで継続している。

二 河川環境の現状と課題

「河川環境の現状と課題」について考えてみる。河川環境のなかで、治水、利水に加え、新しく環境というキーワードが河川法に書き加えられた。

以前から、河川環境整備については、例えば、多自然型河川工法の推進という形で整備が

進められてきた。私たちの研究会の中で、ドイツ等の先進諸国の河川技術者、水質関係者を呼び、大阪を中心としたシンポジウムを、数年間にわたり毎年、開催した経緯がある。そこでは、先進国といわれるドイツの環境行政がいかなるものか、また水環境だけでなく、環境全般の問題がどうなっているのか、なかでも特に河川整備手法はどうかといった視点から議論がなされた。

当時ドイツで採用されていた、近自然河川工法（日本では多自然型河川工法といわれたが、日本に導入できるものかどうかといった点について討議し、現地調査やシンポジウムを何回も開き、その普及啓蒙活動をおこなってきた。河川そのものの改修・整備手法が、従来のものから変化してきているということを踏まえ、河川環境、形状、生物の多様性といった多方面に亘る環境を保証するためには、水質環境問題）

は避けて通れないという認識のもとで、常々議論がなされてきた。その中で、問題解決のために大きな位置を占めるのが下水道整備の課題であった。

三 下水道の水質保全機能の限界

下水道の整備、特に大都市においては合流式下水道を採用してスタートしたが、これが当時においては主要な排除システムであった。下水道の歴史において、当初の下水道整備の主要目標としては浸水の防除と生活環境の改善であったが、その後、河川・湖沼の水質保全のための重要な施策として位置付けられるに至ったことによつて、当初の経済状況の下での早期普及策として採用された合流式下水道も、下水道整備の形式としては、その後の時代の要請に対しては、結果的に不整合を来たす点が生ずることとなった。

合流式下水道からの雨天時排水、特に降雨初期の排水が河川に及ぼす影響は、水環境全体の負荷に無視できないほどの、大きな問題として認識されるようになってきている。

雨天時排水の水質が、現実にはどのようなものかについて一例をあげると、一般的合流式の場合、平均BODで一〇〇ppm、SSで二〇〇ppm程度に及んでおり、晴天時処理水質の一〇倍から二〇倍の水質が計測されている。このような合流式下水道の問題を解決するための有効な対策を見出すために、土木学会・環境工学委員会・小委員会においても研究が行われてきた。この問題は、特に大都市における下水道整備上に大きな位置を占めている。

同様に、ノンポイント・ソースに関する汚染の進行も、相当に高い負荷をもっていることが判っている。中でも、高速道路の負荷は特に高いし、一般道路負荷も相当なものがある。今日

では、ノンポイント・ソースを含んだ要素の解決方法といったところにまで議論が及んでいる。

雨天時放流の年間負荷量は、晴天時負荷量に對して数倍の負荷となっている。都市の形態にも若干の關係があると思われるが、大阪市内では他に比較して更に厳しい状況にあるものと推算される。いずれにしても、全負荷量に對する雨天時負荷量は、水質環境上、放置できない問題として、下水道關係者に課せられた大きな責務となっている。

私どもが行った寢屋川での水質調査（八年前で判ったことであるが、河川の表面にスカムが浮上して漂う現象が、寢屋川、平野川で年数回の頻度で認められた。この原因を探るために二、三の大学が協力して、嫌気状態、好気状態、水温等の諸要素を加えた発生メカニズムの解明を行った結果、底質（河川の堆積土）がある条件の下において浮上してくることが確認できた。

寢屋川は、感潮河川で、且つ大阪湾に近いために川の流れが悪く、沈殿池の様な形態になっているので、どうしてもこのような状況になりがちではあるが、やはり下水道整備が進められている中においても、雨天時排水による負荷も相当關係しているものと想像される。

私どもの学生に、スキューバーをしている者がいたので、底質の採泥と写真撮影をしてもらって調査をした結果でも、感潮河川においては水質だけではなく、底泥の浮上等の問題が大きく影響しているとの印象を持った次第である。

都市部でしかも海に近い河川水域においては共通の課題ではないかと思われるし、他の地域でも同じ状況にあるものと予想される。下水道の整備によつて河川の水質は良くなるものと思つていたものが、思つたほど良くなつていないとの一般的評価もある。

この点について言えば、例えば、琵琶湖の水

質についてもCODが下がらず、下水道整備が進んでいるにもかかわらず逆にCOD値が上っている。この原因は何か、と何年も前から問題提起されている。原因のひとつとして、やはりノンポイント・ソースに起因する汚染も無視できないと考えられているが、これも分流式下水道だけでは対応できない。さらに、この問題に対応すべき部署もはつきりしていないという現状もある。

例えば、土壌浸透施設或いはウエットランドを設ける等、従来の下水道とは違った仕組みで水質改善を図っていくとする方向は、今後益々避けられないのではないかと考えている。

河川の場合でいえば、直接浄化を行っているところもある。礫間浄化方式は、早くから導入された技術ではあるが、一体どの程度の浄化目標に寄与しているのか、浄化効果として当初の効果がはたして保たれているのか、といった危

惧もある。現に、途中ですっかり機能しなくなっているところも見受けられるからである。メンテナンスを考えた場合、河川水の直接浄化方式には難しい点がある。

本当に浄化するためには、直接浄化方式よりも、河川水を一旦取り込んで浄化し、その後に河川に戻すということもありうると思われる。

年間のトータルとして、いくらの負荷が削減されるものなのかということを考えておく必要があることを忘れてはならない。施設を設置することで安心してしまつてはいけない。

四 水環境再生の方向

九州で土壌の浄化機能を利用した河川水の浄化を行った。この方式は、河川敷に流水を取り込んで浄化処理を行い、それを再び河川に戻すシステムである。

この仕事をしていて非常に奇異に感じたこと

があつた。

支川に土壌浄化施設を設置したものであるが、実はその上流に下水処理場がある。従つて、この場合は処理水を直接浄化施設に送り込んで処理し、河川に放流する方が合理的であろうと考えられるが、この方法は法的に不可能であるとの指導を受けた。

その指導内容は、次のようなものであつた。

「処理水は一旦河川へ放流して下さい。その後河川の水を取り込んで浄化することは可能です」と。しかし、河川敷に設置された浄化施設に下水処理水を直接受け入れることは、法的にできないのです」ということであつた。河川部局と下水道部局との行政のハザマで、どうしても出来ないこととされている。

これなどは、無駄を排して、もう少し合理的に対処し解決できないものかという、感を強くした。

また、リンの除去手法の一つとして、浄水汚

泥汚泥中の硫酸バンドでリン酸を吸着させるを、有効に活用するシステムを開発し、実施設を造つたが、管理がうまく出来なかつたために、結果的には十分に機能しなかつたこともあつた。

従つて、あらゆる施設は、メンテナン스가十分に出来るものでなければならぬということだ。また加えて、メンテナンスを保証するシステムにしておかねばならない。造つただけで、その後はメンテナンクス・フリーでよいといううな、安易な話ではない筈だ。このように、それぞれが相当の努力をしている割には効果が上つていない、或は活かされていないところが見受けられることが残念である。

直接浄化については、土木研究所の調査結果によつても、汚泥管理が十分でないと、指摘されているようだ。

以上のように、直接浄化方式は、手法として

はいいものだが、実際には難しいところが多く、うまく機能していないところがある。

五 地域の水環境マネージメント・システム

河川、湖沼等の水質改善に対して下水道は大きな役割を果たしてきたが、今日の環境要請の下では下水道だけでは十分に対応することは困難であり、いろいろな分野の力を結集して総合的に対応していく必要がある。行政部門の範囲内だけでの議論で終わらせることなく、水に係する部局が全部集まって総合力を発揮することが大切になってくる。

例えば、私が関与した寝屋川に関しては、下水道、河川、農林、衛生等、ほとんどの関係分野の方々が集合して「寝屋川流域水循環マスタープラン策定委員会」（大阪府土木部）を設け、討議をするという試みがなされた。

今後は、水環境マネージメント・システムに

ついて考えておく必要がある。ISO 14000シリーズによるシステムは、日本においては大いに普及しており、すでに一万四千件程度が取得されており、世界で第一番の位置を占めている。水環境の分野でも、ISO 14000シリーズに則った形での水環境マネージメント・システムを造っていくことが必要であると考えて、拙著「水をはぐくむ」のなかで提案している。

ISO 14000シリーズに則った水環境施策を実施する意味は、計画↓実施↓確認・検証↓改善のシステムを通して、さらに計画にフィードバックすることで、毎年グレードアップしていくシステムを作り上げていくということである。

水環境の改善マネージメントの現場では、行政、企業、民間等の多くの関係者が集まってお互いが協力していける部分があるのではない

かと思っている。

ISOは、自己宣言型であることから、流域全体の環境目標を立て、ISO14000に則った形で進めていくことが大変効果的であると考えている。それには、環境側面としての要素、原因を明らかにして、環境影響項目を分類し、改善方策等について目標を設定していく。これが、環境改善を継続的に行なっていくことが保証されるうえでの、大切な仕組みになる。流域圏の全体について、上位計画としての環境方針を表現した「流域環境マニュアル」や「流域環境の目標設定」の規定を持ち、市町村エリアにおいても同様に「環境目標の設定」を持つ。

さらには、各家庭や事業所（下水処理場も含まれる）においても、「環境マニュアル」を持っている、といったように、流域圏全体で環境マネージメント・システムを作ることが出されれば、大変有効な仕組みになるだろう。

このような自主的な「環境改善システム」の構築が出来ないものかと考えている。また、住民による環境の自主的監視・測定システムも定着してくるだろう。このようにして、「総合的水環境管理システムの構築」が可能になるのではないか。或いは期待できるのではないかと考えている。

このように、水問題を扱う場合は上流から下流までの流域を一体とした「全体構想」にもとづき、さらに「地域エリアでの細かい目標設定」が欠かせないものであると考えている。

「事例紹介」（一部写真略）

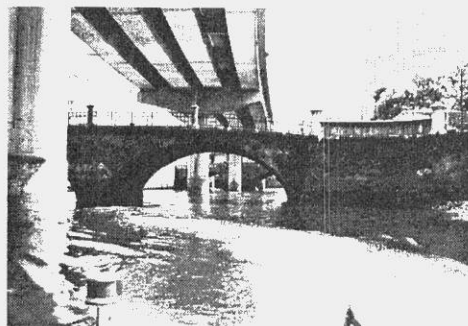
一 寝屋川・住道付近の状況

比較的よく浚渫は行われているものの、大東水害もあつてかなり高い護岸になっているため、人が近寄れないし、又、船から上ることも容易ではない。こういう状況でスラムが発生してい

たので、そのメカニズムを解明したわけである。

二 東京都の河川

川の上を高速道路がはしっている。この姿を川の方から見たとき、これは川の好ましい姿ではないと思う。

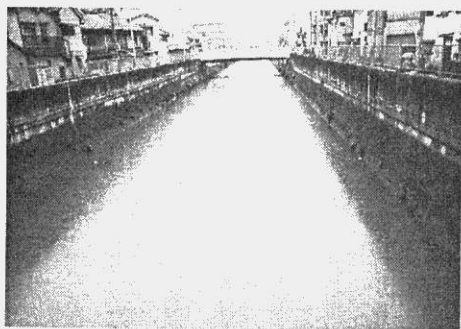


おり、単なる道路事業や河川事業としてはなく、周辺の都市再開発をも含めた総合的な取り組みを行なっている。

ドイツなどでも河川の三面張りの護岸を壊して、いわゆる近自然型の川造りを始めて既に何年にもなるが、河川機能より以上の親水空間を大切に考えた手法は、ドイツを参考にしたものであろう。

三 韓国清溪川

高速道路が川の上に建設されているが、ここではこの高速道路を撤去して川の整備を進めて

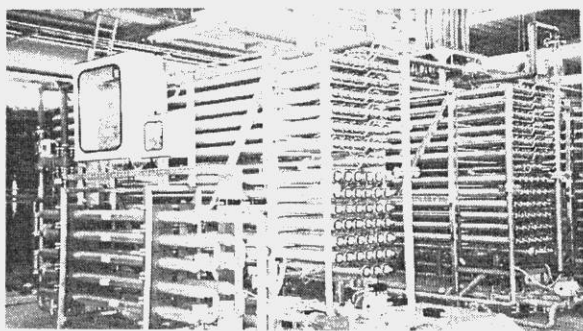


四 処理施設

膜分離法（下段の写真）による高度処理技術等、多様な技術が開発されているが、すべてに適用できるものではなく、どの程度の処理要求の場合に導入されるべきか検討が必要であろう。小さな処理場や、し尿処理場関係では採用されてはいるが、大規模な下水処理場ではどのように扱うべきかといった問題を含んでいる。しかし、部分的には将来は必要になってくるだろう。

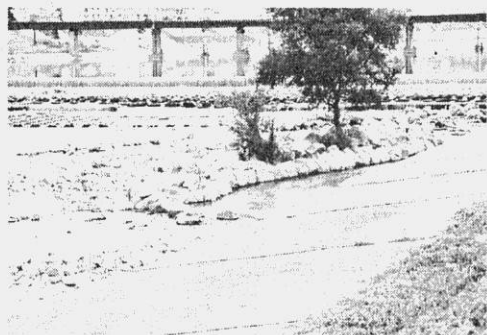
五 大和川水系での直接浄化

大和川水系にも、富雄川など問題の多いところがある。富雄川でも河川浄化をしているが、ここでも汚泥の管理が大変で、バキュームカーでの処分をしていると聞いた。河川敷を利用して直接河川水を浄化する施設も必要で、特に親



水空間を確保していく意味合いからも有効である。方式としては単なる礫間浄化施設だけではなく、土壌の浄化能力を生かした方式の採用とかが望まれる。ただし、土壌浸透方式の場合は、処理能力が一般的に低くなり、現在九州で実施

している施設では、一日七千トンから八千トン能力である。これは、緩速砂濾過程度(4〜5m/日)の能力に相当するので、これを二桁程度まで確保すればかなり有効だろう。この施設は韓国の元環境省の方が視察された。



韓国のソウル近郊では、水不足を解消するために、二十万トン/日級の下水処理水の一部を上流へ送り、土壌浸透浄化の後、親水空間を創生しながら河川へ返し、河川水量の確保を図る計画をしている。

六 ドイツでの湖沼対策

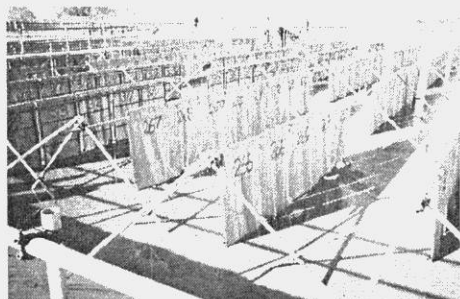
湖沼に流入する河川水は、多くのリンを含んでいるので、これを除去するために河川水を取り込んで凝集沈殿・濾過等の処理を行い、水道水源になっている貯水池へ戻しているシステムがボン近郊にある。このシステムで、湖沼の富栄養化を防止している。このように、場所によっては有機物を除去するのではなく、特定の物質のみを対象とした除去施設、いわば特化施設で成功している例である。

七 四万十川

四万十川の清流を保つために、多様な処理方式、能力有効なものを採用したいとの考えから、土壌方式だけでなく、自然材を利用した排水浄化方式を採用している。

八 琵琶湖(南湖)

南湖の東部分における湖底の堆積泥土の処分方法或は、再資源化の実験をしている。泥土脱水の実験の様である。



九 吉野川下流

吉野川の下流での底質土を、護岸材料として利用している例である。



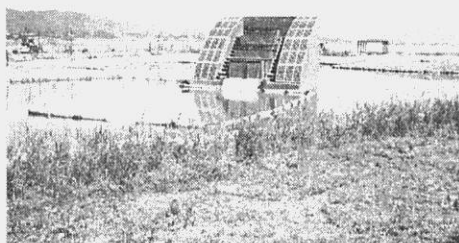
十 草津B・Y・Oセンター

私は、琵琶湖・淀川水質保全機構学術委員を拝命している関係から、ここで実施する実験テーマについて相談を受けることがある。

ここでは直接浄化処理だけではなく、太陽光をたくみに活用した浄化法(本法はある賞を受

賞された、植生を使つて直接浄化する手法等が
上手く組み合わせられた処理施設になっている。

ここでは、私どもの大学から願ひ出て、ここ
の現場の土壌を使つた処理方式をやらせていた
だいたものだが、流入してくる葉山川の水質が
良過ぎてなかなか苦労した思い出がある。

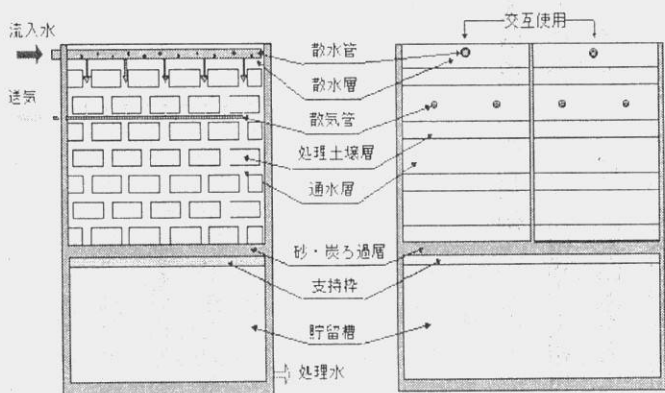


一一 多段層土壌浄化処理法

多段層による土壌浄化法で、島根大学の若月
教授が開発された方法であり、処理能力が高い。
従来法では、一平方メートル当り一〇〇リットル
（二〇〇リットル／日程度であるが、本法では
さらに一桁アップが可能になる。但し、処理水
質は若干落ちる。

土壌浸透浄化法は、生物の働きだけでなく、
物理化学的な吸着性等を含めて全体としての効
率として処理能力がでてくるが、本法は透水性
を重視した構造になっている。従つて、処理水
中の大腸菌、BODはまだ高いようである。

但し、目的に応じてマサ土とか軽石とか粒状
炭といったように、或は脱色が必要なら活性炭
を加える等の工夫によつて、より性能を高める
ことができる。透水性を高めるためには、粒状
化或は団粒化することで対応できるし、又透水
性能を回復させる効果も期待できる。土壌浄化



法は、無限に効果を發揮するものではないので、回復させるために休止期間を必要とする。そのために、できるだけ地元材料を使用すること、安価で尚且つメンテナンスが容易であること、を最優先に考えるべきである。

一二 フロリダ州

湿地による浄化施設の実験風景（次頁の写真
上）

一三 ドイツの浸透池

ドイツの河川では、ライン川やルール川が水源になっているが、日本のように河川から直接取水して浄水するという手法はほとんど採られていない。地中から井戸を通じて汲み上げるか、一度、散水池のようなところを経由して地下を潜らせてから汲み上げるという方法が多く採用

されている。(写真下)このように、水の使い方においては、日本と随分と違いがある。

これは、オランダでも同じ状況であったが、水を一度土壌中に通すことで、かなりの浄化がなされるし、又、希釈効果もあることから飲用水ということに対しては、かなり有効であると考えられている。

勿論、活性炭等も使用されてはいるが、基本的に水の利用システムが随分と異なっているようである。

一四 大阪市内の水利利用例

下水処理水のせせらぎ利用や、大和川からの導水等によって、町中に水環境を人工的に生み出している。また、寝屋川でも淀川から二十トン程度を導水して水質改善に寄与している。



〔まとめ〕

以上のように、河川の持っている機能が都市化によって損なわれてきた状況のなかで、下水道が果たしている役割りは重要であったが、その反面、限界もあるということを確認した上で、関係する機関や分野の人々が結集して、総合的な水環境管理の仕組み作りが必要であろうと考えている。

例えば、下水道で水を集めて下流で一括処理



した上で放流するということが一つのタイプではあるが、一方で、途中で下水を汲み上げて中間処理をすることが構想としてある。

ここで、公園での取り組み事例を紹介すると、公園事業者が下水管渠から下水を汲み上げて中間処理した水をトイレ用水として再利用するか、貯留槽にためておいて必要な時に利用できるといったように、下水道としてももっと積極的に途中で利用できるようにシステムづくりがあってもいいのではないかと思う次第である。とはいえ、下水道だけで実現できるとは思えない。広範な関係者の理解と協力が不可欠となるうし、その意味においても水環境マネージメント・システムのような仕組みが、ISO14000に則ったような形で運用できれば、市民の人たちと一緒に実行的であるうし、非常に有効ではないかと考えている。

（平成一六年一〇月三〇日）