

下水道における 水循環健全化の取り組み

国土交通省 都市・地域整備局下水道部 流域管理官付調整係長 松尾 修

1. はじめに

水を使うことによって成立している都市・社会活動の中で、健全な水循環を確保し、良好な水環境を保全・創出していくためには、使った水をいかに水環境への影響を少なくして戻していくかが重要な要素となる。

下水道は汚水を排除、処理することで公共用水域の水質保全に寄与してきたが、下水道整備の進捗の結果、多くの水が下水道を経由し、下水道が水循環系に対して大きな影響力を有することとなってきたことを認識し、一層の負荷削減による水質の向上を軸として、水量、水辺及び生態系を一体的にとらえた健全な水循環、良好な水環境の保全・創出に大きな役割を果たしていく必要がある。

2. 下水道と水循環

平成10年3月、下水道懇談会（座長：松尾友矩 東京大学大学院教授）において、「水循環における下水道はいかにあるべきか」というテーマについて報告がとりまとめられた。報告では、下水道の役割において、良好な水循環の維持・回復の重みは普及率の向上とともにますます重要になるとした上で、

1. 良好な水循環とはどのように考えるべきか。
2. 良好な水循環を維持・回復するために、流域の水管理はいかにあるべきか。
3. 良好な水循環を維持・回復するために、下水道はいかにあるべきか。

という3つの観点から検討を行っており、下水道の果たすべき役割として、次のとおり報告が出されている。

- ①高度処理の推進、合流式下水道の改善、O-157 など病原性微生物の除去、下水道に流入する工場排水水質監視・規制の評価・充実などの公共用水域の水質保全対策。
- ②処理水の上流還元事業、処理水による河川維持

用水の確保、処理水の雑用水・防災等への利用など下水処理水の有効利用。

- ③長期的には、良好な水循環の維持・形成のために下水道施設の再配置も検討すべき。
- ④地球温暖化防止のため、下水熱利用事業や消化ガス発電事業の推進、省エネルギー的施設設計、焼却炉の機能向上による亜酸化窒素削減、管渠のオープン化などを推進。

3. 水循環健全化に向けての下水道の取り組み

前述したように下水道は、汚濁負荷除去システムの中核的な存在としての役割を担うことに加え、地域や社会の要請に応じ、処理水を水資源として積極的に活用すべきである。健全な水循環、良好な水環境の保全・創出に向けて、現在、取り組んでいる施策及び今後推進していく施策のいくつかを紹介する。

3-1. 下水道における高度処理

(1) 高度処理の目的

高度処理とは、水質環境基準の達成等公共用水域の水質保全上の要請から、あるいは処理水の再利用のために、活性汚泥法に代表される通常の二次処理による処理水の水質をさらに向上させるために行われる処理をいい、通常の処理対象水質（BOD、SS等）の向上を目的とするもののほか、二次処理では十分除去できない物質（窒素、リン等）の除去率向上を目的とする処理を含むものである。

一概に高度処理といっても、処理する対象は様々であり、その目的によって除去対象が異なっている。高度処理の導入の目的は、以下のように分類することができる。

①湖沼、三大湾等閉鎖性水域の富栄養化防止

湖沼や内湾など閉鎖性水域では、窒素・リンの栄養塩濃度が高まると、富栄養化に起因する水の華や

赤潮などを生じ、利水障害あるいは漁業被害をもたらすことがある。現行の二次処理ではBOD、SSの除去が主目的であるため、窒素やリンの栄養塩類の除去には限界がある。よって、処理水の放流先の状況によっては高度処理の適用が必要となる。

②水道水源水域の水質保全

近年、水道原水の水質に関して発ガン性物質であるトリハロメタン等の有害物質の影響、異臭味等の問題が生じており、これらに対応して平成6年2月に「水道原水水質保全事業の実施の促進に関する法律」及び「特定水道利水障害の防止のための水道水源水域の水質の保全に関する特別措置法」が成立し、5月10日に施行された。両法律において下水道事業は、水道原水の水質保全を図る上で、その実効性の面からも重要な施策に位置付けられ、下水道の普及拡大に加え、高度処理の推進が期待されている。

③水質環境基準の達成と維持

現在、大都市内を流れる都市河川の多くは固有流量が極めて少なく、下水処理水が河川水の大部分を占める例が多くなってきている。このような場合には、現行の二次処理水のBOD20mg/ℓでは水質環境基準の維持達成に不十分ということになる。また、流域別下水道整備総合計画の中では、流域内の各下水処理場に放流目標水質が割り当てられることになるが、通常の二次処理で達成し得る水質以上の割り当てがある場合には何らかの高度処理の適用が考えられる。

④下水処理水の再利用

下水処理水はある意味では、安定した水資源であり、様々な形態の利用が行われている。下水処理水再利用の形態は、下水処理場内再利用、場外再利用に大別され、場外再利用としては中水（水洗用水、散水用水）、工業用水、産業用水及び修景用水として

の用途がある。これらの用途毎に要求水質が異なってくるが、二次処理水以上の水質が要求される場合は高度処理が適用されている。

（２）高度処理の実施状況

平成12年度末現在、水質環境基準達成のため指定湖沼の水質保全を目的とした高度処理は滋賀県の琵琶湖流域下水道の湖南中部浄化センターなど18箇所で実施され、水道水源水域の水質保全を目的とした高度処理は兵庫県加古川流域下水道の加古川上流浄化センターをはじめとする38箇所で実施されている。さらに、三大湾の水質保全を目的とした高度処理は、大阪府南大阪湾岸流域下水道の南部処理場をはじめとする61箇所で実施されるなど、高度処理は合計178箇所で実施されており、高度処理人口は1,040万人となっている。

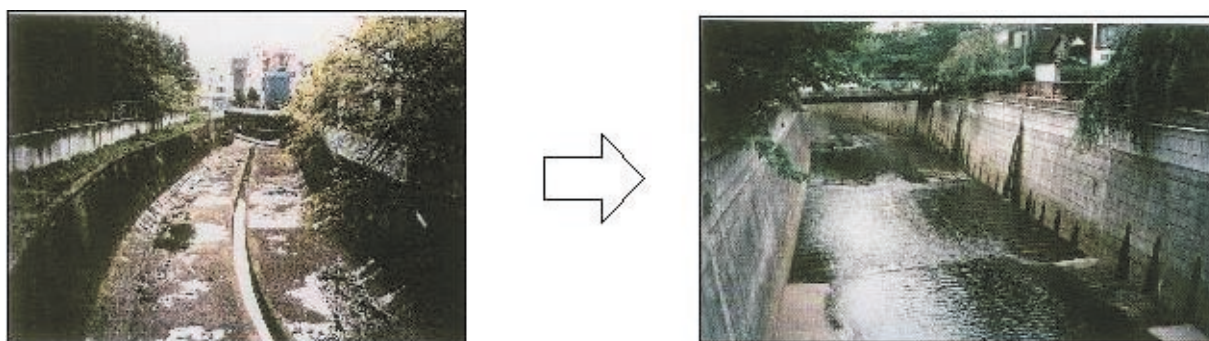
3-2. ノンポイント対策

下水道整備の進展とともに、家庭、商店、工場などの汚濁源（点源汚濁）から公共用水域へ流入する汚濁負荷の量が減少したことにより、ノンポイント汚濁源（非点源負荷）を起源とした汚濁負荷の対策が重要となっている。特に、汚濁が蓄積しやすい湖沼、内湾等の閉鎖性水域においては急務となっている。下水道におけるノンポイント対策としては、負荷を含んだ雨水を収集、貯留、輸送して処理する雨水処理施設の設置や、合流式下水道の改善により遮集量を増加させ、直接処理する割合を増やす等、雨水処理によるものが有効と考えられる。

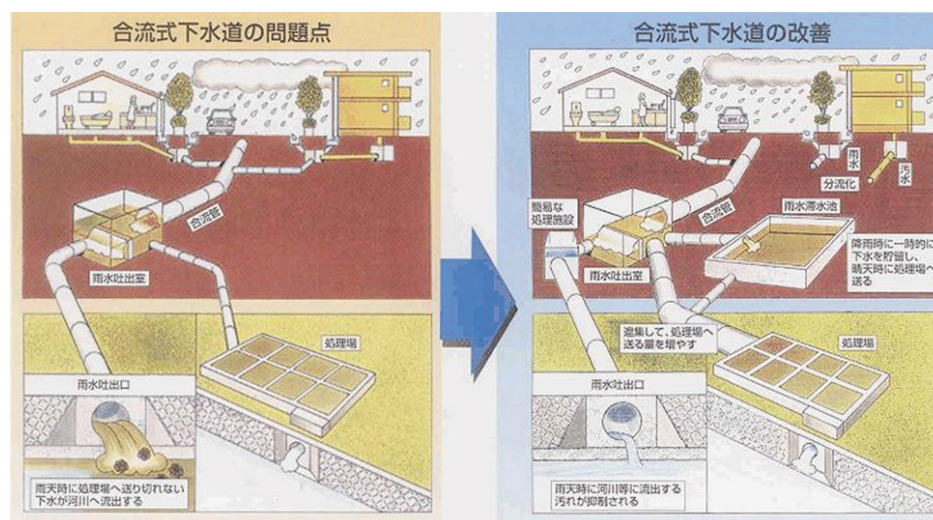
（１）合流式下水道の改善

①合流式下水道の状況

下水道は、下水の排除方式によって合流式下水道と分流式下水道とに分類される。わが国において古くから下水道の普及に取り組んできた都市では、多



図－１ 再生水供給による都市内河川の流量回復



図ー２ 合流式下水道改善対策のイメージ

くが沿岸域の平坦な地形であるため、汚水と雨水を同一の管渠で速やかに排除する合流式下水道を採用し、公衆衛生の向上と浸水防除を同時に行うことを目的とした整備が進められてきた。現在、合流式下水道は約200の都市で採用されており、全国の下水道事業実施都市数の約1割を占めており、その処理区域面積は全国で見ると約2割、指定都市で見ると約5割を占めている状況となっている。下水道法に公共用水域の水質保全の目的が追加された昭和45年以降は原則分流式下水道を義務づけることとしているが、既設の合流式下水道の改善対策の進捗は必ずしも十分ではない。

この合流式下水道の整備区域では、雨天時に雨水流出量が遮集管渠能力を超えると雨水と汚水が混合した一部の未処理下水が公共用水域に放流され、この下水中に含まれる汚濁負荷や病原性微生物などによって、水域における生態系への影響や利水者に対する衛生学的安全性に係わる影響が懸念されている。国土交通省の推計では、1年間に全国の合流式下水道から排出される汚濁負荷量は約7万トン、そのうち約7割が雨天時に排出されるものと見込んでいる。

②改善対策のあり方

合流式下水道の改善方法として、分流化、遮集管渠の増強、雨水滞水池の設置、夾雑物除去施設の設置など様々な改善対策があるが、対策によっては、相当の整備期間や費用がかかることから、当面は費用対効果の観点から効率性の高い対策として、概ね

10年以内の目標を設定した。

ア．汚濁負荷量の削減

合流式下水道から排出されるBOD汚濁負荷量を分流式下水道以下とする。

イ．公衆衛生上の安全確保

排水施設やポンプ施設における全ての吐き口において越流回数を半減させる。

ウ．夾雑物の削減

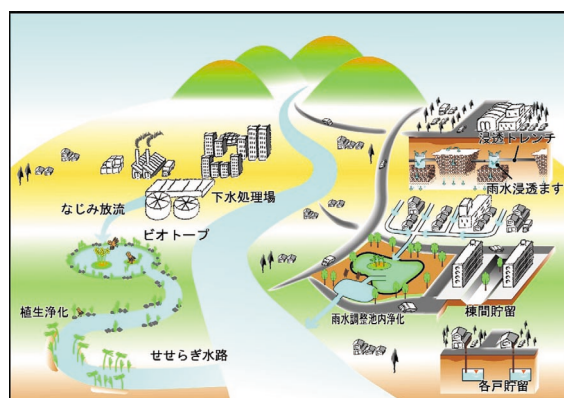
排水施設やポンプ施設における全ての吐き口において夾雑物の流出防止を実施する。

これらの対策を着実に実施することにより、概ね10年以内に雨天時に合流式下水道から排出される年間BOD汚濁負荷量の約30%が削減され、未処理放流の回数が半減するとともに、夾雑物の流出が防止されることで、放流先の水環境が改善することが見込まれる。

(2) 自然浄化機能の導入

自然の浄化作用を活用して、雨水とともに流出するノンポイント汚濁の削減を図ったり、汚水を下水処理施設で処理した後に、自然になじませた上で放流するため、下水道において、人工的な湿地(Wetland)を整備し、植生浄化の導入を図っていく。下水道で整備した池や水路を河川や公園等とつなげネットワークを形成させることにより、水質、生態、親水等に多様な効果を発揮することができる。また、浸透ます等の貯留浸透施設は、降った場所で雨水流出を抑制し下流に集中させないようにする点で流出抑制策として有効な対策であるが、ノンポイント対

策としての効果も有しており、民地等における設置の促進を図っていく。



図－３ 流域内における自然浄化作用活用のイメージ

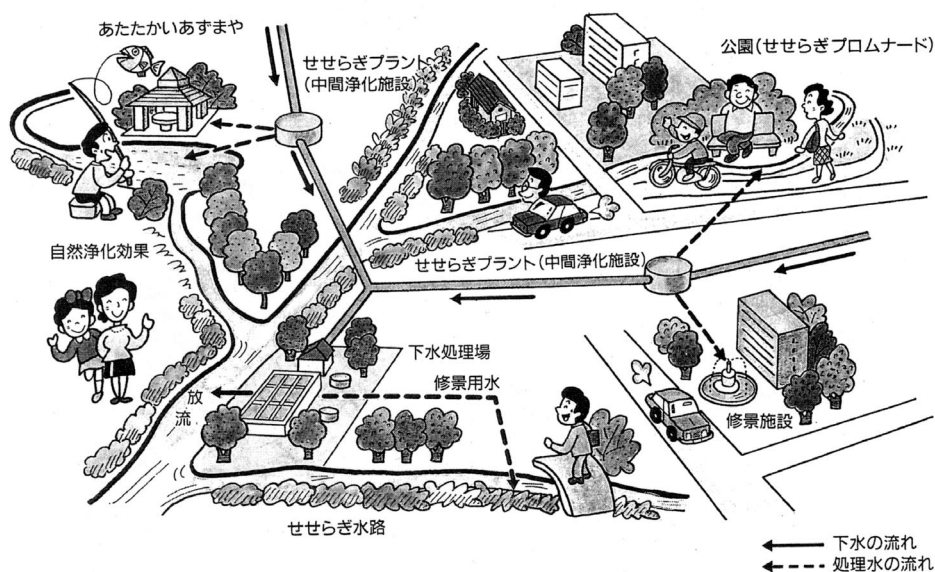
３－３．せせらぎプラント（中間浄化施設）の導入

快適で潤いのある都市づくりを図るため、街の中の身近な清流復活などが各地で試みられている。また、ビルの雑用水、消火用水、融雪用水等への下水処理水の再利用を図ることにより渇水等の災害に強い都市づくりを行うことが必要となっている。これらを促進するための有効な水源として、これまでは下水処理場から送水される処理水が利用されてきたが、新たに「せせらぎプラント」を設けることで、望ましい水循環の形成等の一層の促進を図る。

せせらぎプラントは、需要地により近い下水管渠から一定量の下水を汲み上げて必要なレベルまで浄化し、近傍の河川維持用水、せせらぎ用水、公園の修景用水、堀の浄化用水等として供給するものである。

４．流域管理の必要性

下水道は、公共用水域の水質を保全し、水を基軸とする生態系や自然の循環システムを健全に保つための重要な構成要素と位置付けることができる。下水道の普及拡大に伴って、下水道を経由する汚水・雨水の量が増大していくなか、河川の正常な流況の形成やいわゆる開放循環による水の高度利用など、水域の水量・水質管理における下水道の影響・役割が一層高まってきている。一方、水環境をめぐるっては、安全でおいしい水の確保や閉鎖性水域における富栄養化対策、あるいは多様な生態系の復活や身近な水辺の創造、全国各地で発生する渇水への対応などの課題に直面しており、従来の行政単位を基本とした目的別、事業種別等の施策展開のみでは限界があると指摘されている。したがって、今後はより水系を広域的、一体的にとらえ、水量・水質の両面から望ましい水循環・水環境のあり方を明らかにし、その中で下水道の果たすべき役割をとらえ、広域的・総合的な施策の展開を図っていくことが必要である。このため、水に関わる部局との密接な連携の下、水に関わる施策を統合的に整理・構築し、将来にわたる流域の水循環のあるべき姿についての共通の理解と認識を持ってそれぞれの施策を進めることが必要である。さらには、望ましい水循環像の構築、水系・流域単位での水量・水質一体管理の仕組みの整備を内容とする流域管理への移行が必要となっている。



図－４ せせらぎプラントのイメージ