

# 下水道を考える

\* 中 西 弘

## 1. まえがき

水質環境保全のために、下水道の建設が呼ばれている。生活排水による水質汚濁は、下水道の整備によって初めて解決されるといわれてきた。しかし、単に下水道の整備だけで生活排水の問題が解決する訳ではない。そこで下水道の持つ本質的な意義を考えて、下水道に対する正当な評価と水質汚濁防止に対する位置づけ、生活排水に対する総合的な水質汚濁防止対策などについて考えてみた。

## 2. 下水道の本来の役割

下水道の本来の役割は、居住区域からの生活污水や雨水の排除にある。居住環境から排出される污水や雨水を、その区域に停滞させることなく排除させることによって、その区域の環境保全や浸水防止が保たれるのである。また、便所の水洗化も生活排水中のし尿を、家庭内やその居住区から速やかに排除する施設として位置付けられる。すなわち、下水道の本来の発想や役割は、居住区域からの污水や雨水を排除するシステムであって、そのことによって、1)居住環境の改善、2)便所の水洗化、3)浸水の防止、という効用が發揮される。

污水の排除システムは、居住区域からの污水を集めて下流に放流するのであるから、放流先では水質被害が助長される。初期の下水道では、たれ流し下水道であったので、ロンドンにおけるテームズ河汚染のように下水道を建設することによって、下流側の水質汚濁が助長された。この傾向は、下水の集水区域が増大するほど増加される。すなわち、排除システムとしての下水道では、居住区域の水質環境保全のために、比較的水質環境の厳しくない、また汚濁物に対する受容量の大きい水域へ污水を移動させることであった。しかしながら、排出汚濁物の絶対量の増加、居住区域の拡大、水域の利用度の増大などにより、“たれ流し下水道”を受容できる放流先はなくなつた。ここにおいて、下水道に対する下水処理の役割が非常に重要になってくる。現在の下水道では、発想の転換が計られ、下流域の水質保全のための下水道の意義が強調されている。下水処理を行うことによって、下流域への水質汚濁の軽減が計られている。したがつて、下水道の効用のなかに、4)下流域の水質環境の保全、が追加され、今では下水道は下流域の水質保全のために建設されるべきものであるという思想が定着している。

## 3. 下流域の水質保全のための下水道—その問題点—

瀬戸内海、東京湾、あるいは琵琶湖、霞ヶ浦、諏訪湖、児島湖、三河湾、博多

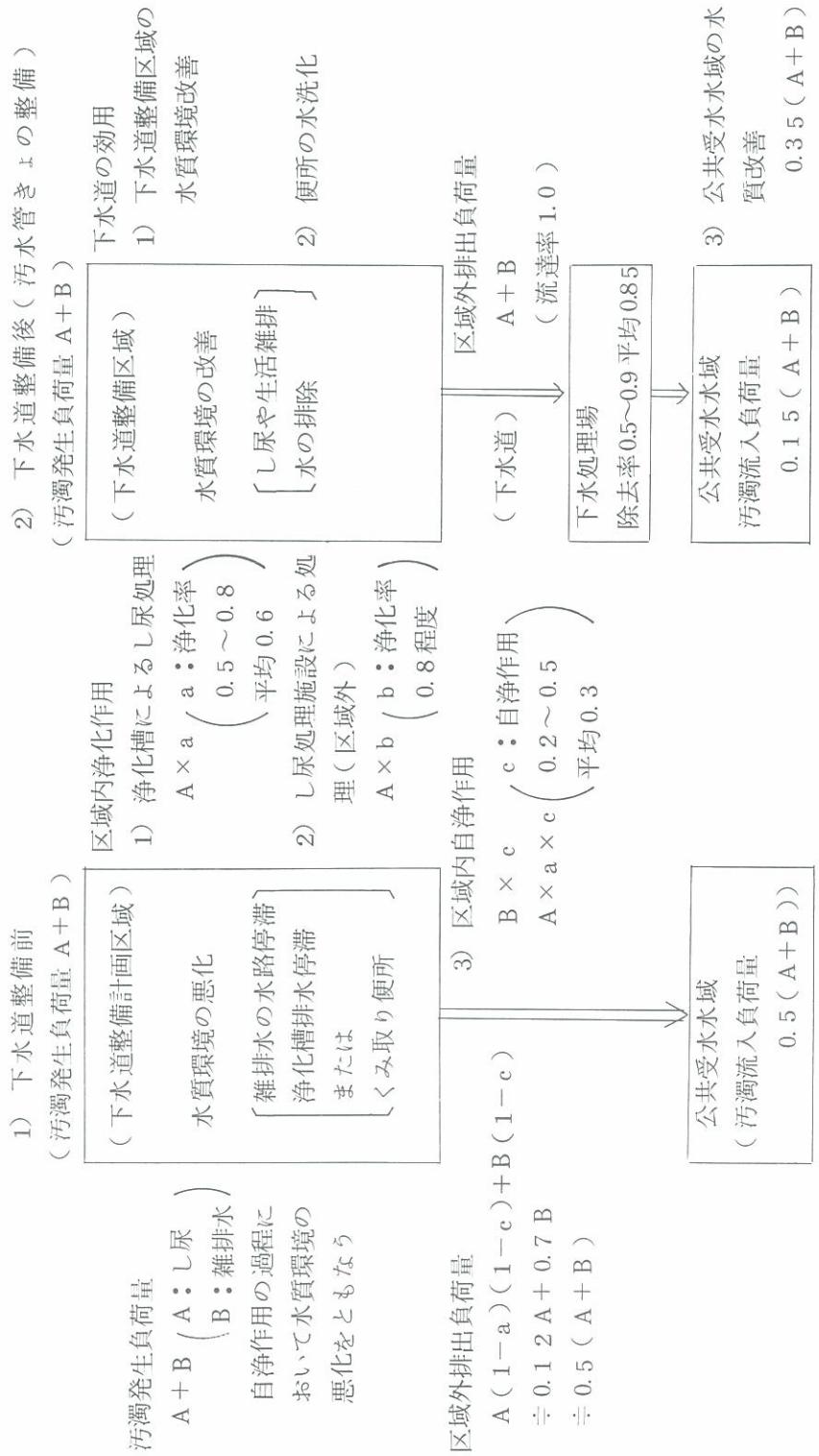
\* 山口大学工学部教授 工博 当協会理事

湾などの水質保全のための下水道建設が策定され、その実現に努力されている。しかしながら、それらの水域に直接放流口をもつ下水道計画では、その目的達成はなかなか困難である。図1は、下水道整備前と整備後との水質環境保全の効果を示したものである。すなわち、下水道整備による下流域に対する実質的な水質改善の効果は、下水処理場における除去率に見合った浄化量（BOD表示、発生負荷量の85%程度）ではなく、下水道未整備地域におけるし尿処理や生活雑排水の自浄作用による浄化作用による浄化量（地域によって差があるが、発生負荷量の50%程度）を差し引いた量、すなわち発生負荷量の35%（85-50）程度となる。全体としての下水処理による汚濁物質削減の効果は、下水道整備区域内および下水処理場到達地点までの水域および土地の自浄作用を肩代りした部分とそれに追加した浄化部分とからなる。図1の試算では、前者は50%、後者は35%、合計85%（平均的な下水処理場のBOD除去率）であり、このうち、後者の35%だけが下水道の整備による下流域に対する実質的な水質改善効果である。また、自浄作用を肩代りした50%の水質改善効果は、下水道整備地域ならびに下水処理場地点までの水質環境改善効果として評価すべきであって、下流域への水質改善には直接関係のないものである。なお、この自浄作用に肩代りさせたものを含めて、下水道整備地域の水質環境改善は、下水道の効用の最も重要な部分としてこれを正当に評価しなければならない。何となれば、下水道によらず自浄作用によって浄化される過程においては、その環境に不快な印象を与えることが多いからである。

以上述べてきたように、下水道の効果は下水道整備区域内の水質環境改善が主流であって、その下流側の水質改善に対する効果は、下水処理が100%の除去率を示さない限り、十分な効果は發揮できない。現行の下水処理のように活性汚泥法を主体とした下水の2次処理では、BOD 80~90%、COD 75%、窒素35%、リン45%程度の除去率であるので、下水処理水の放流先が閉鎖性の湖沼や内湾に集中するところであれば、下流側の水質改善に役立つよりも悪化させる場合もありうる。下水道の整備区域が拡大すればするほど、下流側の水質環境を悪化させるという逆の結果を生じるケースが目立ちはじめている。とくに下水道計画において、流域外の生活排水まで取組む場合にはこの傾向が著しい。先に述べた瀬戸内海、東京湾、琵琶湖、霞ヶ浦などの閉鎖性水域の水質保全のための下水道計画において、その沿岸域に埋立用地を求め、そこに下水処理場を建設するような方式では、放流先の水質改善効果を過度に期待することは禁物である。

#### 4. 調和のとれた下水道計画

下水道の整備が、下流側の水質環境改善に対する効果を過度に期待できないとすれば、そこには次のような幾つかの対策が考えられる。



下水道整備による受水水域の水質改善の実質的な効果  
 $0.5 (A + B) - 0.15 (A + B) = 0.35 (A + B)$

備考：水質項目は BOD を対象とし、浄化率はそれぞれ代表的な数値を採用した。

図 1 下水道整備による水質環境保全の効果

### 1) 下水処理施設の強化、下水の高度処理

BOD、COD、SSなどの処理効率をあげるための処理施設の強化、窒素やリンの除去を目的にした第3次処理の導入など種々の技術開発が進められている。もっとも最近では、2次処理と3次処理とを明確に区別するのではなく、2次処理の変法として窒素やリンの除去効率を高めるための処理方法が検討されている。しかしながら、下水処理のように大量の汚水をより低濃度にまで処理することは容易ではなく、処理に要するエネルギーや発生する下水汚泥の処理などを考えると、下水処理施設の強化によってこれに対処するのにはおのずから限界がある。

### 2) 下水道ならびに下水処理場の適正配置（広域集中型と個別分散型）

下流域の水質保全を目的にするならば、放流先には閉鎖系の水域を避けるべきである。集中型の下水道では、図1に示すように、下水の放流先が河口部に位置することが多いので、その上流域の河川流域部分での水質保全効果は増大する。しかしその反面、下水処理水が直接に海域や湖沼に放流されるので、海域に対する汚濁負荷量は増加する。

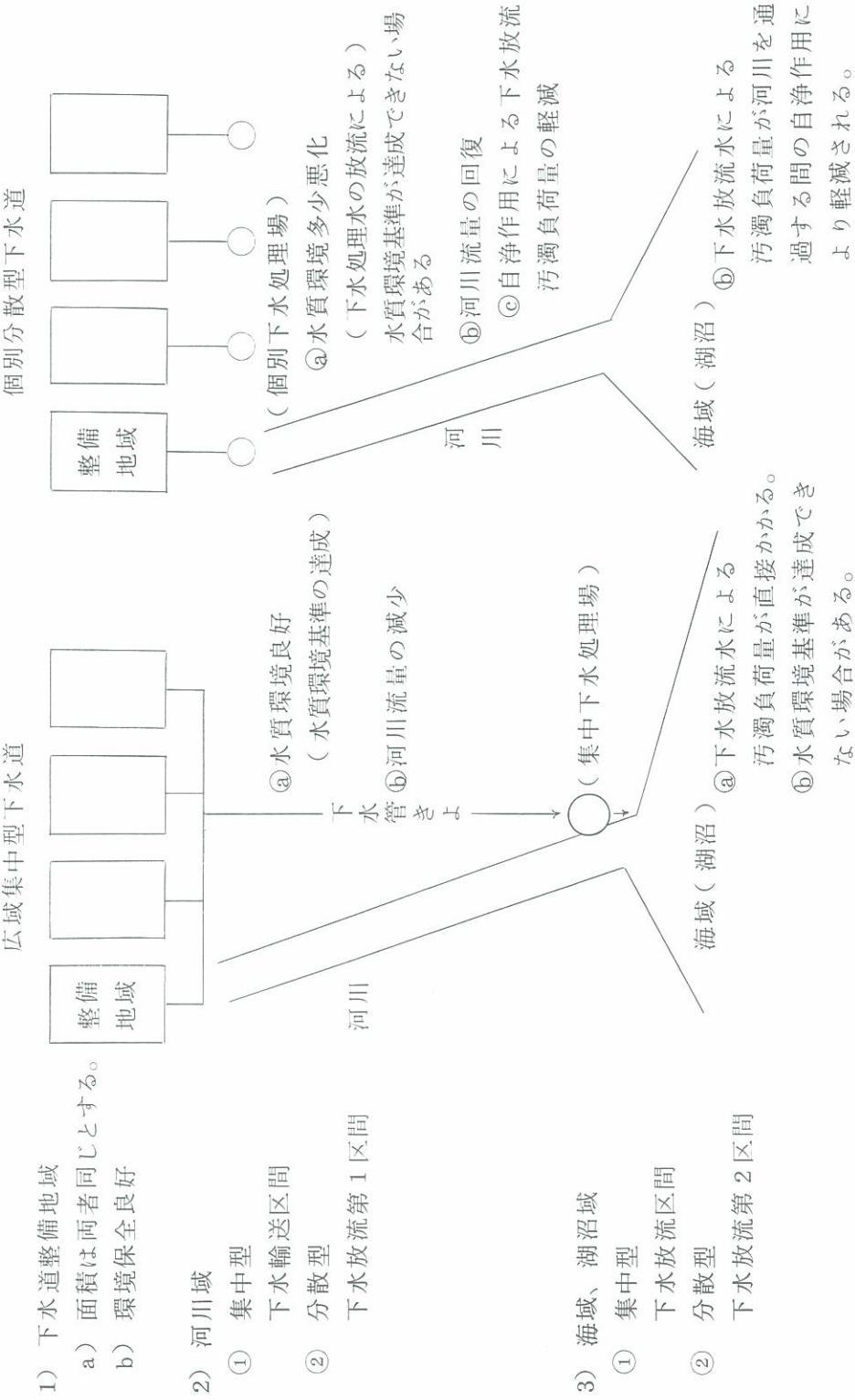
一方、分散型の下水道では、各下水処理場の放流先が河川の上、中、下流部に分散されるので、河川に対する放流汚濁負荷量が増大し、河川水質環境は多少とも悪化する。しかしながら、その間で自浄作用の効果もあるので、海域に対する放流汚濁負荷量はその分だけ軽減される。すなわち、広域集中型の下水道は河川保全、海域汚濁型であり、分散型の下水道は河川汚濁、海域保全型の傾向が強いといえよう。したがって、下水道計画の策定にあたって、両者の特徴を十分に検討しなければならない。なお、広域集中型にあっては、沿岸放流ではなく、沖合放流は十分検討に値する課題である。

### 3) 生活排水の発生源対策

下水の処理が、技術的にみても、経済的にみても、またエネルギー的にみても容易でないことは事実である。この際、下水道ができたら何でも下水道に流せばよいという神話は捨てるべきであり、下水道ができても出来るだけ下水道に流し込まないという下水道に対する発想の転換が必要である。生活排水の発生源対策として次のようなことが考えられる。

#### ① 合成洗剤中のリン規制

合成洗剤中のリンは、生活排水中のリンの25～30%程度を占めているので、これを規制することによってリン負荷を削減することができる。この意味で無リン化、または低リン化洗剤への切換えが重要である。ただし、合成洗剤を脂肪酸系の石けんに切換えることは、逆に有機物負荷を増加されることになるので有効な方法とはいえない。



## ② 台所排水の対策

食品調理残査は、できるだけ下水道に入れないで、これを“ちゅう芥”として家庭ごみに廻すべきである。また、食物の食べ残しをできるだけ少なくし、これを下水道に入れないようとする。不用となつた食用油(てんぶら油)も下水道に入れないで、これを回収再利用の道を開くべきである。さらに、台所排水に対して金網など設け、ろ過することによって浮遊物を除去するなど、きめの細かい対策が必要である。

## ③ 洗たく、浴用水の対策

汚濁発生源となる洗剤類の使用を極力減少させること。そのためには、節水型の洗たく機の開発、洗浄方法の工夫などに配慮することが必要である。

## ④ その他、家庭用品の消費量の抑制、食生活の改善なども生活排水による汚濁負荷を軽減させる重要な施策である。また、全体として家庭用水量の節約も発生源対策として重要である。

# 5. 総合的な水質環境保全対策

単に、工場排水や生活排水、畜舎汚水、あるいは農業排水などに対する処理施設を設けて処理を強化するばかりではなく、それぞれの排水に付加される汚濁物質の発生原因をも追求し、その面から発生負荷量を削減する必要がある。窒素やリンなどの栄養塩類についていえば、食品関連の窒素、リンの排出が大部分を占めているので、それに関係した化学肥料の生産量や消費量を抑制することや食品、飼料の廃泄物(し尿やふん尿)を水系処理するのをやめ、肥料として農地還元することなどが有効な方法となる。こう言った意味では、し尿の水洗化、下水道による処理の方向は基本的には水質環境保全のための最良の方法とはいえない。

# 6. むすび

下水道は、下水道整備地域ならびに下水処理水放流口まで(上流側)の水質環境保全に対しては大きな効果があるが、放流口(下流側)の水質保全に大きな効果を期待することはむづかしい。

広域集中型の下水道と分散系の下水道との比較では、前者は、河川水系の水質保全に効果があるが、放流先が海域や湖沼である限り、その水域の水質保全に大きな効果は期待できない。後者は、放流先が河川にあるので、河川の水質保全に多少の懸念があるが、放流後の自浄作用の効果もあるので、海域環境保全にはより効果的が期待できる。

結局、下水道による下流域の水質環境保全の効果を過度に期待することは困難であり、その対策として、下水処理の強化もさることながら、生活排水の発生源対策を強化することがより肝要である。

また、水質環境の保全の総合対策として、単に排水処理の強化のみならず、水質環境に関係する汚濁物質の動きに着目し、その排出抑制の施策を講じることがより必要となってくる。