# 講義資料/水環境計画ー下水道設計(1)

| | |
|---|---|
| | **下水道計画(1)：下水道の目的、下水道の種類、排除方式など下水道の計画，下水の処理技術**<br>　下水道の主要な目的(公共用水域の水質保全，浸水の軽減･雨水の迅速な排除，生活環境の向上・トイレの水洗化)，下水道の種類(公共下水道，流域下水道，農業集落排水事業)，下水道施設の概略(活性汚泥法，硝化脱窒法)，設計パラメーターの説明，公務員試験対策<br>絶対にこれだけはマスターしよう：活性汚泥法，下水道の目的(3つ)，合流式･分流式，硝化脱窒 |

**下水道の種類**(教科書 p124)

　下水道事業には莫大な国費が投入されている。国土交通省関連の下水道事業の総額は、年間2兆円ほどで、うち約半分が国の補助金であるが、近年、他の公共事業と同じく減少傾向である。国土交通省の所管する下水道は、市町村が事業主体となる**公共下水道**と連続した市街地において、市町村の境界を超えて建設することから都道府県が事業主体となる**流域下水道**がある。流域下水道に接続する市町村の下水道を流域関連公共下水道と呼んでいる。市街地とは言えないようなところに建設する下水道としては、農林水産省の所管する**農業集落排水事業**や、環境保全上必要だというところには、**特定環境保全下水道**という補助金の仕組みもある。一方、下水道の役割を公共用水域の水質の保全に限定するなら、投資効率の悪い居住密度の低い地域の下水道事業については、下水道を取りやめにして**浄化槽**を各戸につけるという選択もある。水質上の問題からし尿のみを処理する単独処理浄化槽は新規の設置が禁止され、し尿と雑排水をまとめて処理する合併処理浄化槽（法律では、今後、これを単に浄化槽と呼ぶ）のみが認められることとなった(教科書 p204～p206)。かつて、「自分のところで出した汚物は自分のところで処理すべきである」といった自区内処理の原則やあまりにも建設費が膨大で不経済な事業が多いということから流域下水道が批判された時代があった。また、下水道は、自然流下で下水を集める事がほとんどであり、管渠の埋設位置や処理場の適地は自ずから制限される。ところが、国土交通省と農林水産省とで連携が悪く、どうみても不経済な設計となっている下水道もあった。現在でも、いろいろ批判される下水道事業もあるが、かなり運用は改善されてきているから、いろいろあるメニューからどれを選ぶか、地方自治体の力量が問われている。

**下水道の目的**(教科書 p122～p123)

　1）汚水の排除・・側溝をなくしハエや蚊の発生のない衛生的な生活の実現
　2）トイレの水洗化・・「ぼっとんトイレでは嫁も来ない」よく農村できかれる
　3）浸水の排除・・雨水を迅速に河川などへ流し浸水を防止する
　4）生活環境の保全・・下水を処理してから放流し、水質汚濁を防止する

**下水道の設計**(教科書 p129～p130)

**計画一日最大汚水量**、**計画一日平均汚水量**など考え方は浄水と同じ。おおむね浄水で給水した量と同じだけ下水が生じる。ただし、工場排水と不明水（管の継ぎ目から入る地下水、おおむね 10～20%）を加える必要がある。重要なことは、汚水量よりも雨水量の方がわが国においては断然大きいということである。雨水量の算定については次回の講義で取り扱う。汚水と雨水をどのように扱うかによって、以下の二つの方式がある。

**１）合流式下水道**(教科書 p127)

雨水も汚水も同じ管で運ぶ下水道である。この目黒区をはじめ計画年次の古い大都市の下水道はほとんどこの方式である。利点は、建設費が安い。管内で堆積したものも降雨のたびに一掃されるので、管の勾配が小さくて良く埋設深度が浅くて良い。道路排水や屋根排水も実際には汚れており、その一部を処理できる。大都市のほとんどがこの方法であるが、処理場まで運びきれない雨水混じり汚水と処理場で処理しきれない雨水混じり汚水はそのまま公共用水域へ排出される。水質保全上の問題から、新規の設計としては、現在原則として用いられない。すでに運用中のものに対しては、合流式下水道改善事業（たとえば、下水の滞留池、雨水吐きスクリーンの設置、簡易処理あるいは分離機能を持ったマンホールなど）がおこなわれている。

**２）分流式下水道**(教科書 p128)

雨水と汚水を別の管（しかも勾配も管径も異なる）で収集するので建設コストが高い。雨天時でも汚水は処理できるので、衛生的である。

**下水の処理**(教科書 p152～p174)

現在のわが国および先進諸国では、下水の処理は、**活性汚泥法**という方法が一般的である。活性汚泥法は、イギリスで約 100 年前に発明された方法である。汚水に空気を吹き込むとやがて下水中の汚濁成分が、塊となって沈でんし易くなる、そして、その沈でん物を再度下水に加えると今度は、きわめて短時間に汚水を浄化できることが偶然発見された。この沈でん物は、なんらかの汚水をきれいにする活性を持っているということから活性汚泥(Activated Sludge)と名付けられた。(教科書 p153)

当時わが国では、初めての下水処理場が稼動をはじめた頃であって、最初は、散水ろ床法(教科書 p167)という石の層に水を撒いて空気と接触させる方法をとっていた。当時の日本人技術者は、活性汚泥法が散水ろ床法とは比べ物にならない透明な処理水を与えるにもかかわらず、活性汚泥法に懐疑的な印象を持っていた。というのも、当時の汚水処理の目的は、ヒトの排泄物に含まれるたんぱく質を分解することが重要であると信じられていたので、窒素分の除去の悪い活性汚泥法は、単に汚水中の懸濁質を吸着して、透明にしているだけで、溶解性の汚れ成分は処理していないのではないか、と疑ったのである。当時は、活性汚泥が生物なのかどうかもわかっておらず、活性汚泥法は、化学処理なのか生物処理なのかさえわかっていなかった。活性汚泥法も散水ろ床法も汚水中の有機物を空気中の酸素と接触させて生物の呼吸作用によって炭酸ガスと水に分解するという基本原理が同じであることが認められるのは、さらに何十年も経ってからである。

先進国では、従来の有機物の除去にとどまらず、**窒素やリン**の除去が必要とされる場合もあり、その場合には、**硝化液循環法**、**嫌気好気法**などの活性汚泥法の変法がいくつか開発されている(教科書 p170)。また、**砂ろ過**によって、SS, BOD のさらなる低減化を図ったり、**オゾン処理**によって、下

水の修景用水としての再利用の際に問題となる色度を除去したりもする。これらをまとめて、**高度処理**という。また、沈でんのみの簡易処理を 1 次処理、活性汚泥処理を 2 次処理、高度処理を 3 次処理ということもある。

公衆衛生の確保という点から**塩素処理**が従来より行われてきた(教科書 p169)。放流先の生態系への配慮の問題から、**紫外線消毒**などの新しい技術が模索されているが、特別な地域を除いて広く普及するにはいたっていない。欧米では、下水処理のない下水道もあるし、下水処理はしても消毒はしないことが一般的である。欧米の寒い地方の技術と亜熱帯的なわが国の風土の差も技術に関する考え方の差の一因である。途上国においては、下水道という考え方で衛生性を確保していくのは難しいかもしれない。まず、衛生的なトイレの設置、手を洗うという習慣の定着あたりからはじめなければならない。このように、活性汚泥法は、原理原則から発展した技術ではなく、偶然から発展した技術である。処理方式としても、活性汚泥法は、曝気操作にかかる機械装置の維持やエネルギーの使用の問題から発展途上国では、適用の難しい技術である。暖かい発展途上国では、**酸化池**という自然の浄化機能を利用した方式がよく用いられる。曝気は不要であるが広大な敷地が必要となる。

| | 上水道 | 下水道 |
|---|---|---|
| 管網・管渠の設計 | 最大動水圧、最小動水圧(消火栓使用時を含む)を加味して水理学で言う管路の考え方で管の損失水頭を計算 | 合理式等で最大流量を決定し、自由水面を持つ開水路として管の直径や勾配を設計 |
| よく使う処理技術 | 急速ろ過法 | 活性汚泥法 |
| 高度処理技術 | オゾン処理(異臭味、微量物質)<br>活性炭(異臭味、微量物質) | 砂ろ過(懸濁物質)<br>嫌気好気法(リン)<br>各種の活性汚泥循環変法(窒素) |
| 汚泥の発生と汚泥処理 | 土砂、粘土、凝集剤などが主体で無機性のものが発生。乾燥し、園芸土などに。あるいは埋め立て。 | 余剰活性汚泥として反応槽から引き抜かれる部分と初沈汚泥とがある。いずれも，有機分を多く含んだ汚泥である。嫌気性消化(メタン回収)，焼却などを経た後，埋め立て。溶融レンガなどの形の再利用 |
| 知っておくべき話題 | トリハロメタン、高圧給水、震災時の給水、異臭味対策 | ディスポーザー、合流式下水道改善、環境ホルモン |