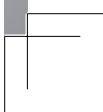
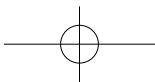
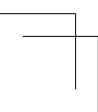
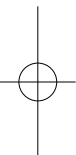
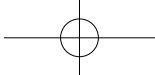


通史編



I 世界と日本の水道・下水道の起源

第1節 水道の歴史

1 水道の概念

人間にとって水の存在は、自らの生命維持においても、さまざまな生産活動や都市活動においても必須の条件を成しており、このことは古今東西において変わることのない真理ともいえる。このことは、世界の4大文明とそこに開花した古代都市が大河川流域に発祥し発展を遂げたことや日本の都城や城下町が河川や井戸を巧みに活用した史実を一瞥すれば明らかである。このような意味で文明や都市の起源を遡ることは、水道の起源を辿ることでもあるだけでなく、その成長や発展は上下水道の整備によって可能になったともいえよう。

こうした水道の歴史を語る時(とりわけその起源を明らかにする場合)には、水道の概念又は定義を明確にすることが不可欠である。水道法第3条(抜粋)によれば、「水道」とは「水を人の飲用に適する水として供給する施設の総体(臨時の施設を除く)」をいい、「水道施設」とは「水道のための取水施設、貯水施設、導水施設、浄水施設、送水施設及び配水施設」をいう。また、「水道事業」とは「一般の需要に応じて、水道により水を供給する事業」とされている。すなわち、水道(事業)とは、①一般の需要に応じて、②取水・浄水・配水等の常備施設により、③飲用に適する水を供給することである。

このような水道(事業)の定義は、わが国では横浜水道に始まる「近代水道」(明治20年～)と呼ばれるものであり、その技術的な機能は、㊦有圧送水、㊧ろ過浄水、㊨常時給水によって特徴づけられる。また、このことを可能にしたのが、㊩鑄鉄管、㊪砂ろ過、㊫ポンプによる技術革新であった。ただ近代水道以前においても、一般の飲用需要(灌漑等との併用を含む)に応じて、水源から取水し開水路や石樋・木樋などを用い、自然流下によって給配水する水道(以下「旧水道」という)が長きにわたり存在した。こうして水道の歴史は、旧水道の時代と近代水道の時代とに大きく区分される。

2 水道の起源

世界の水道の起源

世界の水道の起源とされているのは、インダス文明の古代都市遺跡であるモヘンジョダロ(BC2500～BC1800)である。モヘンジョダロには、大小の街路によって区画整理された市街地が形成されており、明確な意図を持って計画的に設計・築造された古代都市として、現代にも繋がる綿密な都市計画が存在したと考えられている。市街には数多くの井戸が深く垂直に掘られ、揚水された井戸水は各戸に給水され、各家には浴室や今で言う水洗便所が備えられているなど、複雑な給排水

システムが常備されていた。そのほか、宗教施設との見解もある大浴場も整備されており、およそ4000年も前の古代都市とは思えない上下水道が存在したことが知られている。ただ、モヘンジョダロには未だ解明されていない謎も多く、全容の把握は今後委ねられている。

その後、約1500年にも及ぶ悠久のときを経て、より本格的で大規模な水道が古代ローマにおいて築造されることになる。古代ローマの水道として最古のものはアッピア水道(BC312)であるが、3世紀のアレクサンドリア水道(AD226)に至るまで11にのぼる水道が築造されている。帝政期には、増大した都市ローマの人口は100万人以上に達し、こうした水需要に対応するために水道の給水能力は日量100万 m^3 を超えていたとされる。

古代ローマの水道は、遠く離れた水源からローマ市内まで自然流下により導水するもので、導水路の総延長は約500kmに達した。そのためには緻密な傾斜角度と強度を確保する

必要があることから、今に残る連続アーチ型の水道橋が造られるとともに、落差のある窪地などを通る際にはサイフォンの原理が用いられた。また、沈澱槽が設けられ浮遊物等を除去した後に、配水槽を経て石造水路のほか陶管や鉛管により、公衆浴場・泉・噴水・住宅などに給水されていた。このように古代水道の基本技術は、「自然流下の開水路、水路橋、トンネルといった水輸送主体の土木技術」(丹保憲治『水の危機をどう救うか』)と評され、それは近世まで続くことになる。

日本の水道の起源

記録に残る日本最古の水道(正確な成立時期は不明)は、小田原早川上水とされている。これは、北条氏康(1515~1571)によって小田原城下に水を引き入れるために築造されたものであり、主に飲用を目的とし木樋により給配水され、炭や砂でろ過して使用していたとされる。

その後天正18(1590)年に、徳川家康の命



図-1 世界遺産のポン・デュ・ガール(ローマ時代の水道橋)

により神田上水(前身は小石川上水)が築造された。これは湧水(井之頭池等)を水源として取水口までは自然河川を利用し、取水後は地中配管(石樋と木樋)で江戸市中に導水・配水したもので、これら水道管の総延長は28km余に及び、懸樋(水道橋)やサイフォンのほか水量や濁度をチェックする水見枘も存在した。用途は飲用のほか近郊の灌漑用水としても用いられ、自然流下により導配水される水は水道管をつなぐ枘で水位と方向が調整されるとともに、随所に設けられた汲み上げ用の枘(上水井戸)に引き込まれ、人々はそこからつるべなどで汲み上げて利用していた。

さらに江戸の人口増大とともに、玉川上水(1654年通水)から千川上水(1696開削)に至る「江戸の六上水」が相次いで築造された。また、「水銀」と称されるいわゆる水道料金が課されたが、「武家は石高、町方は小間割に応じて徴収される税金のようなもの」であったとされる(丹保、前掲書)。幕藩体制の下で大名諸侯の城下町でも同じような水道が築造され、耐圧石管を利用した鹿児島冷水御用水道(1723年開削)、濁水対策に沈殿地を設けた福山水道(1622)、銅樋(水路橋)を用いた水戸笠原水道(1663)などの特徴が見られるが、旧水道はいずれも飲料に適した水源から取水し自然流下により城下市中に導配水する水道であり、明治維新後も使われ続けた。

3 近代水道の登場と水道事業

ヨーロッパにおける近代水道の誕生と展開
近代水道は、1808年にイギリスのグラスゴー

水道会社が、数日間の沈殿を行い横流れ式の砂・砂利ろ過池でろ過し給水したことに始まる。その後1820年に、近代水道の標準的な水処理方法となった緩速砂ろ過法が、ロンドンの水道会社に導入され鑄鉄管の普及も徐々に進むことになった。また、1847年に制定された水道事業条項法(Waterworks Clauses Act)で、常時給水・水量確保・適正水圧・汚染防止・消火栓設置の義務化、統一した水道料金制度の明確化など近代水道としての事業要件が制度化された。近代水道の事業展開は民間事業者により進められたが、採算性が低い地方や農村では普及が進まず、競争激化による水供給の劣化も生じた。そこで公衆衛生法(Public health Act)が1875年に制定され、地方自治体に水道供給の責任を負わせることになった。

こうした近代水道誕生の背景には、産業革命を最大の契機とする人口の急増と都市への流入があり、その下における当時の自由放任主義により生じた都市の劣悪な衛生環境によるコレラや腸チフスの流行があった。また、フランスではセーヌ県知事のオスマン(Georges-Eugène Haussmann)により、都市の美化と景観及び衛生化を狙いとした大規模なパリ改造(1850~60年代)が行われ、建造物のスカイライン制限、道路網や上下水道などの整備が進められたが、これが近代的な都市計画や都市建設のモデルとなっていく。このように近代水道の誕生と普及には、都市の産業化と衛生化そして近代都市建設の流れが存在した。

日本における近代水道の導入と普及
わが国で近代水道が最初に導入されたのは

横浜水道(1887)であり、技術顧問の英国人技師パーマー(Henry Spencer Palmer)のもとで建設され、その概要は相模川上流を水源にろ過した水を消毒し、ポンプと鑄鉄管により市内に送水するものであった。背景には開国とともに持ち込まれたコレラの大流行への対策とともに、首都に近い開港場として国家の体面があったとされるが、目的は伝染病の防除、安全な水の供給、消火用水の確保であった。第1号となった横浜に続いて、函館(1889)、長崎(1891)、大阪(1895)、東京(1898)、神戸(1899)という三府五港を経て、その他主要都市へと次々に近代水道が整備されていった。

近代水道の導入により、従来の「水を汲む」ことから「水が湧き出る」ことを体感することになり、市民は驚きをもって西洋文明の成果に触れることになった。しかし、給水工事の手続きや水道料金の支払いを知らない者が多く、当初の給水申込みは東京・大阪などでわずかに4~5%と低調で、長崎では反対運動が起き一時水道料金を無料とする取り扱いがとられた。とはいえ、近代水道により生活利便性は著しく向上することになり、消防効果もきわめて大きいことが実証された。また、肝心のコレラの防除では着実に発生回数が抑えられるとともに、発生しても大流行にはつながらない効果が示された。

明治から大正へと時代が移るにつれ水道の敷設は全国の地方都市にも波及し、水道の敷設府県は全国17道府県(1911)から大正14(1925)年には42道府県となり、水道のない府県はわずか5県(岩手・石川・和歌山・愛媛・沖縄)となった。そして迎えた大正時代は、日本が世界で列強の仲間入りを果たし中

期までは経済的な好況に恵まれ、産業基盤を中心に社会資本の整備が進んだが、やがて第1次大戦後の経済不況と関東大震災が発生し、世界恐慌から第2次大戦へと突入していく。このなかで水道は、全国的な普及とともに従前からの公衆衛生施設としての性格に加え、都市の生活基盤施設としての役割を高めていくことになるが、戦時体制下の軍事優先と戦災による苦難の道をたどることになる。

4 水道行政と水道経営

水道条例と水道法

近代水道の普及と発展には、根柢や基礎となる法制度の整備と財源の確保が不可欠であるが、水道法の前身にあたる水道条例が紆余曲折の末に制定されたのは、横浜水道に遅れること3年(1890)であった。全16条からなる水道条例では、第1条において「水道トハ市町村ノ住民ノ需要ニ應シ給水ノ目的ヲ以テ布設スル水道ヲ云ヒ…」と規定し、市町村住民の給水需要に応えるものを水道と定義した。また、市制町村制(明治21年公布)を受け、「水道ハ市町村其公費ヲ以テ布設スルニ非ザレバ之ヲ布設スルコトヲ得ス」(第2条)と定め市町村公営原則を法制化し、これにより横浜水道は県から市へ移管されている。

ただ、人口急増に直面した市町村にとっては、市街地開発や他の社会資本整備に追われ水道整備の資金確保が難しく、その後の条例改正では、市町村に資力がない場合に限定して例外的に民営水道を許可し、許可期間満了後(又は期間内)の市町村による買収が規定された。そのほか、水道布設の内務大臣認可

(第3条)にもとづく認可事項第10では、水料(水道料金)に関する等級・価格・徴収方法などが示されており、水道布設後の料金徴収を予定するものであった。さらに水質管理(3条、8条、10条)については、布設時の水源水質検査、地方長官による水質不良の改善命令、利用者の水質調査請求などが規定されるとともに、共用給水器や消火栓の設置が市町村に義務づけられた(第15～16条)。

こうした水道条例の性格は、公衆衛生の確保を図る規制法であると同時に、水道事業の円滑・適正な運営を図る事業法でもあるが、5次にわたる改正を経て昭和32(1957)年に廃止され、新たに水道法が公布された。水道条例と比較した水道法の主な特徴は、①目的として「清浄にして豊富低廉な水の供給を図り、もつて公衆衛生の向上と生活環境の改善とに寄与すること」としたこと、②水道事業(慣用的な用語としての上水道事業)を給水人口5,001人以上、簡易水道事業を5,000人以下の水道として区別するとともに、新たに水道用水供給事業と専用水道を水道として定めたこと、③水質基準、施設基準、認可基準、供給条件(供給規程)等の事業要件を定めたこと、④認可、届出、検査、水道技術管理者、衛生上の措置等の建設や管理に関する各種の規制を定めたこと、である。

重要な戦後改革の一つに地方自治の確立があるが、日本国憲法第92条は「地方公共団体の組織及び運営に関する事項は、地方自治の本旨に基いて、法律でこれを定める。」としている。これを受け自治体の組織・運営の基本事項を定めた法律(一般法)が地方自治法(昭和22年公布)であり、第2条において「上水道その他の給水事業」の経営は市町村の公

共事務(固有事務)と規定された。水道条例以来の市町村公営原則を再確認するものともいえるが、地方分権改革による平成12(2000)年の改正により、自治体の事務は自治事務と法定受託事務の2つに再編され、水道事業は自治事務に分類されることになった。

水道広域化と第三者委託

水道施設の復旧と漏水防止を中心とした戦災復興を経て、一時途絶えていた水道新設の動きも再開され昭和20年代後半には戦前水準を回復した。昭和30(1955)年の全国普及率は35.8%であったが、経済成長とともに簡易水道の建設も著しく10年後(昭和40年)の普及率は倍増(69.4%)し、国民の3分の2以上が水道の利用者となり国民皆水道の実現が高く掲げられた。わが国の高度経済成長は、昭和48(1973)年のオイルショックにより終焉を迎え、これを契機に工業用水や都市活動用水を中心に水需要は大きく鈍化し、水需要予測の下方修正が余儀なくされることになったが、昭和55(1980)年の普及率は91.5%となり文字通りの高普及時代に移行した。

そこで厚生省生活環境審議会は、昭和59(1984)年に「高普及時代を迎えた水道行政の今後の方策について」を答申し、水道行政の目標として①ライフラインの確保(濁水・災害時の給水確保、老朽管路の計画的更新など)、②安全でおいしい水の供給(水質基準の充実、水質保全と浄水管理など)、③料金格差の是正(事業の適切な運営、家庭用料金の格差是正など)を提起した。また、平成11(1999)年には、水道基本問題検討会報告「21世紀における水道及び水道行政のあり方」が

発表されたが、行政施策の方向性として経営基盤の強化が第一に取り上げられ、水道広域化の推進と第三者への運営委託の検討などが示された。このようにして、1980年代以降になるとわが国の水道事業は、建設・拡張の時代から管理・経営の時代へとその基調を大きく転換させていくことになった。

水道広域化については、昭和52(1977)年の水道法改正において、市町村の要請に基づき都道府県知事が広域的水道整備計画を策定する規定(第5条の2)が追加され、市町村を越える広域化の施策方向が示された。同時に、水道事業は原則として市町村が経営することが改めて明記され、例外的に市町村以外

の者が経営しようとする場合には、当該給水区域に含まれる市町村の同意が必要であるとした(第6条第2項)。さらに2002(平成14)年の水道法改正では、技術的管理業務を第三者に包括委託する第三者委託制度(第24条の3)が導入された。これは基幹的業務とされる浄水場の運転管理等(技術的管理業務)を対象に、水道法上の責任権限を伴う形で民間事業者等へ包括的に業務移管するものであり、従来の直営による公営原則を事実上修正するものとなった。

こうして長年にわたり堅持されてきた市町村公営原則は、広域化と第三者委託によって実質的な変容を遂げつつあるともいえる。また、水道の広域化をめぐることは、高度経済成長と人口が急増する大都市地域における逼迫した水需給に 대응することを主な目的に、水資

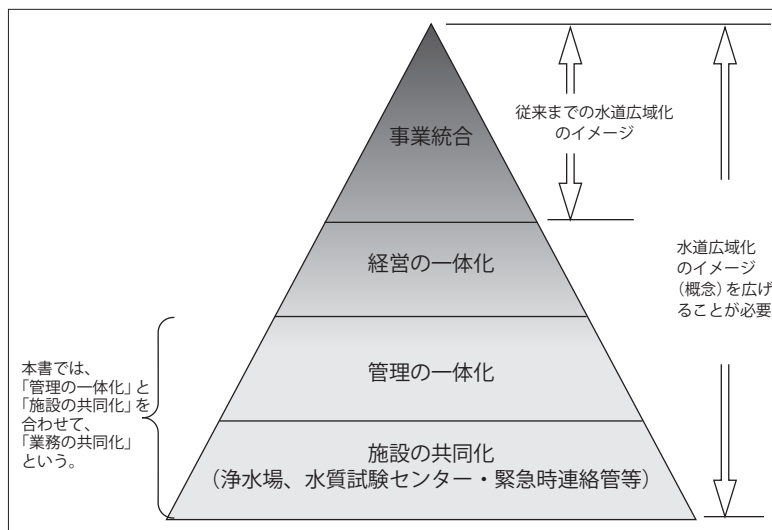


図-2 新たな水道広域化のイメージ(日本水道協会「水道広域化検討の手引き」(平成20年8月))

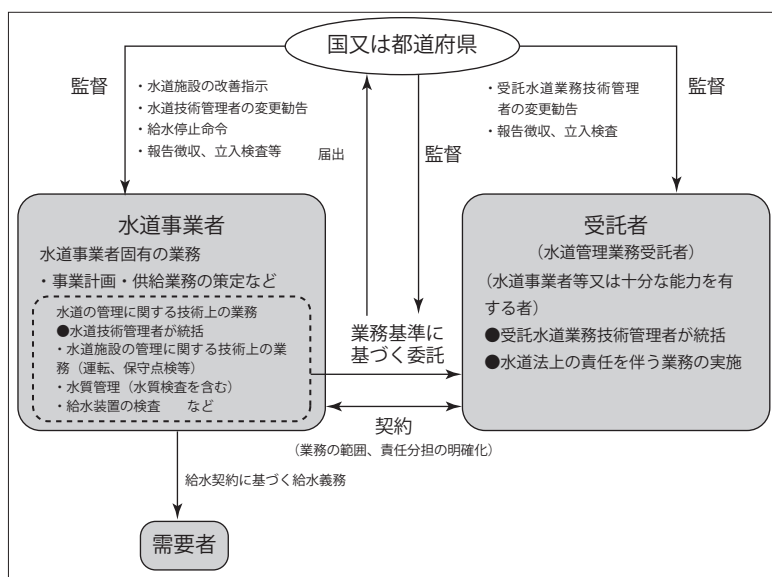


図-3 水道法における第三者委託の概念図(日本水道協会「第三者委託実施の手引き」(平成19年11月))

源開発と大規模な施設整備を推進してきたハード中心の広域化がその歴史的役割を終え、今日では運営基盤(技術基盤+経営基盤)の強化を目的としたソフト重視の多様な広域化へと変化している。このような水道広域化について、水道ビジョン(平成16年策定)では「新たな広域化」、新水道ビジョン(平成25年策定)では「発展的広域化」と呼んでいる。

水道経営と不完全な独立採算制

近代水道の創設に係る事業費は巨額に上ることから、当時の市町村の財政力では対応が難しく、横浜水道の事業費もほぼ全額が国庫から支弁された。その後、3府5港に限定して3分の1程度の国庫補助が行われたが、さらに補助率を下げたうえで補助対象が市から町村に拡大された。また、上水道よりも下水道、拡張よりも新設、町村よりも市を優先すること等の「国庫補助採択基準」が定められ、併せて一部府県による補助も行われた。こうした国庫補助制度により市町村を事業主体とする水道整備が進展していくことになるが、直接の資金調達については地方債の発行によるところが大きく、実際の国庫補助は事業終了後にも及ぶ分割交付により地方債の元利償還に充てられた。しかし、昭和9(1934)年に新設・拡張の新規事業への国庫補助が打ち切られるとともに、国債を優先させるために地方債の発行も抑制され、水道の新設整備の進捗は急落を余儀なくされることとなった。

以上のように、戦前期における近代水道の創設と普及は主に地方債と国庫補助により財源を確保しつつ進められ、明治44年の市制改正では特別会計の設置が規定されたが独立採算制は導入されず、実際にも一般会計から

の補填により事業が維持された。戦後になり、昭和23(1948)年制定の地方財政法(第6条)において、町村の経営するものを除き特別会計の設置と独立採算制の導入が法定化された。ただし、ここでいう独立採算制とは、すべての経費を経営に伴う収入によって賄うとするものではなく、①経営に伴う収入をもつて充てることが適当でない経費、②能率的な経営を行なつてもなおその経営に伴う収入のみをもつて充てることが客観的に困難であると認められる経費は、独立採算の対象から除かれた。このことは地方公営企業法(昭和27年制定)の昭和41(1966)年改正において、「経費の負担の原則」(第17条の2)として受け継がれており、この意味において「不完全な独立採算制」と呼ばれる。このことに基づき水道事業においては、公共の消防のための消火栓と公園等における無償の公衆栓(上記①)の設置と管理に関する経費が、一般会計等の負担とされている(施行令第8条の5)。

また、独立採算制を担保する会計制度として、企業会計(公営企業会計)による会計処理を明確にしたのも地方公営企業法であるが、その強制適用の範囲については昭和41年改正までは常時雇用職員数により定めていた。たとえば、水道事業では50人以上が全部適用、20人以上が一部適用(財務規定)、簡易水道事業では100人以上が一部適用(財務規定)とされていた。これに対して昭和41年の改正により、水道事業はすべてが全部適用、簡易水道事業は強制適用事業から外されて今日に至っている。

その後、平成24(2012)年において、地方公営企業会計制度の抜本的な見直しが行われ、地方公営企業に特有の借入資本金や自己

資本組入などは見直され、株式会社会計制度に大きく近づくとともに、地方公営企業法の強制適用についても下水道事業と簡易水道事業に拡大適用する検討がなされている。また、施設整備等の資金調達については、かつての企業債（地方債）と国庫補助金を主とした構図から、減価償却費と料金収入（利益剰余金）を原資とする損益勘定留保資金（内部資金）のウエイトが高まる傾向が見られる。こうした状況の下で、更新投資等の投資と料金収入等の収益を一体として最適化するアセットマネジメントの活用が進められている。

5 水道技術と水質管理

横浜水道創設の全般を技術指導したのはパーマー（1838～1893）であるが、東京・神戸・仙台・名古屋等の水道設計に尽力したのは同じ英国人のバルトン（William Kinnimond Burton：1856～1899）であった。「この2人の英国人によって紹介された英国流の水道技術が、第2次大戦後までの間、わが国の水道界の本流となった」とされる（近代水道百年の歩み編集委員会『近代水道百年の歩み』）。このように外国人技師の存在は、近代水道のわが国への導入と定着に多大なる功績を残したが、中島鋭治（1858～1925）ら日本人技術者への技術移転は急速に進み、2人の没後における普及と発展はすべて日本人技術者の手により進められていった。宇都宮水道の創設（大正2～5年）も、中島鋭治が設計・施工に顧問（指導者）として関わっている。

浄水処理技術については、横浜水道を起点とする戦前期では緩速ろ過方式が主流となっ

ていたが、戦後になると大都市を中心に用地確保が難しくなるとともに、水源水質の悪化が進むにつれて急速ろ過方式が主流となっていく。緩速ろ過方式は、比較的水質が良好で安定した水源に適しており、ゆっくりとした速度で水を通し生物ろ過により異臭味の少ない水をつくることができる。これに対し急速ろ過方式は、凝集剤を加えフロック（固まり）を形成させて沈殿・ろ過するもので、薬品量の調整により水源水質の悪化に対応しやすく狭い用地でも多量の水を処理できるのが特徴である。また、かび臭等の除去のために高度処理（粒状・粉末活性炭処理、オゾン処理）が併用されるほか、最近では海水の淡水化にも使われるろ過膜を用いた膜ろ過方式の導入も進みつつある。

戦後GHQ統治下において、わが国の水道事業を監督・指揮したのはGHQ公衆衛生福祉局であった。戦前期においては、消毒のために塩素を常時注入することはなかったが、GHQは水道の衛生管理のためとくに塩素消毒の強化を指示した。昭和27年のサンフランシスコ講和条約の発効により日本は独立を回復したが、厚生省指導による遊離残留塩素基準は残され、水道法において塩素消毒が義務付けられて、今日の水質管理目標設定項目へと引き継がれている。このようにして、常時塩素注入が標準化されることになったが、1970年代に原水中の有機物質と塩素が反応し発がん性物質のトリハロメタンが生成されることが海外の事例から判明した。これにより、水質基準による規制とともに「おいしい水」対策も加わり、塩素注入率の低減化が図られることとなった。

第2節 下水道の歴史

1 「下水道」の定義と起源

太古の昔より、集落の中で共同体として人間が生活をしていくと、必然的に「水」をいかに扱うかが問題となってきた。「下水道」の歴史は、ここからはじまった。

現行の「下水道法」によれば、「下水道」とは「下水を排除するために設けられた排水管、排水渠その他の排水施設（かんがい排水施設を除く）、これに接続して下水を処理するために設けられる処理施設（し尿浄化槽を除く）またはこれらの施設を補完するために設けられるポンプ施設、貯留施設その他の施設の総体をいう」（第2条第2項）。そして「下水」とは、「生活もしくは事業（耕作の事業を除く）に起因し、もしくは付随する廃水（汚水）または雨水をいう」（第2条第1項）。

「下水道」と「下水」の定義を踏まえた上で、今日における下水道の役割を次の5点にまとめることができる。

- ①雨水の排除（浸水の防除）
- ②汚水の排除（便所の水洗化）
- ③公共用水域の水質保全（下水の処理）
- ④リサイクル型都市づくりへの貢献（処理水や汚泥などの有効利用）
- ⑤施設の活用（処理場の上部利用、下水道管への光ファイバーの設置）である。

この5点こそ、現在に至る下水道の歴史の縮図であり、さらに言えば、小規模共同体から生産的・文化的活動の拠点としての都市へと変貌する過程とも密接にかかわる人間の歴史であるといっても過言ではない。

世界の下水道の起源

現在わかっている世界最古の下水道は、今から約7,000年前のメソポタミア文明のチグリス・ユーフラテス川沿い（現在のイラク）のウル、バビロン、ニネヴェなどの都市につくられたものとされている。時代が下って、インダス文明の中心地であるモヘンジョダロ（パキスタン）などにも、紀元前2,000年頃に下水道があった。モヘンジョダロには各家にトイレと風呂があり、その排水は雨水排除を兼ねた下水渠に接続されていたことが発掘調査で判明した。また、下水渠の途中で沈殿できるような設備があり、世界で最初の下水処理施設と考えられている（高堂彰二『トコトンやさしい下水道の本』）。

中世ヨーロッパでは、街路に汚物が投棄されており、衛生環境は劣悪だった。パリでは、1374年にモンマルトル地区で下水道が建設されるも、市域全体で計画的に建設が進められた訳ではなく、造りやすいところから造るという場当たりのものだった（地田修一「水環境案内人のメモ帳」）。以下の記述はこちらを参照した）。1388年にイギリス・ケンブリッジで最初の都市衛生法が制定され、河川等へ

の汚水の投棄が禁じられた。1531年には、家主が各家に便所を設置することを定めた法律がパリで制定されるも、その他の都市では人口増加による衛生状態の悪化から、ペストなどの伝染病が流行し、下水道等の衛生施設の必要性が高まったものの、技術的な発展はみられなかった。

近世以降になると、ロンドンでまず都市の排水機能としての下水道建設がはじまった。それまでは、汚物は「汚水溜め」に溜め、適時夜間に運び出していた。しかし、産業革命以降の都市人口の急増もあって衛生状態は悪化し、コレラの大流行を招くこととなった。このことが契機となって、1859年にはテムズ川両岸に沿いに本格的な幹線下水道の建設に着手(ただし下水は未処理のままテムズ川へ放流)、1868年に完成しコレラの発生は激減した。しかし今度はテムズ川の水質汚濁が問題となり、1882年に未処理放流を禁止し、下水は沈殿処理をした上で、発生した汚泥を海洋へ投棄していた。

プロイセン王国(1871年からドイツ帝国)の首都ベルリンでも時をほぼ同じくして下水道計画が持ち上がり議論されていた。1872年、水洗トイレの使用を義務付けた下水道計画の最終答申案が出され、市議会の承認を得て、翌73年から下水道工事に着手した。1890年には下水道普及率が50%、1900年までにはほぼ100%の普及率となった。またパリでは、1856年に下水を自然流下で郊外へ送り、セヌ川に放流するという下水道基本計画が市議会承認され、1861年に完成した。引き続き、小河川を下水道へ転用させる準幹線の建設に着手した。また1894年には、水洗トイレの使用が義務付けられた。

その後、イギリス・マンチェスター大学のファウラー博士(Dr. Gilbert Fowler)が1897年、「下水中の浮遊性の微生物が急速に沈殿することで、きれいな上澄水が得られること」を発見し、後にこの浮遊性の微生物を「活性汚泥」と称した。この発見は、下水道の整備普及に大きな貢献を果たすこととなった。

日本の下水道の起源

一方、わが国の下水道の起源を探ると、弥生時代(約2,300年前から1,750年前)の環濠集落(周囲に堀をめぐらせた集落)にまで辿ることができる。弥生時代の環濠は、これまで軍事的防御施設としての機能だけが強調されていた。しかし池上曾根遺跡(大阪府和泉市)では、人口が急増する弥生時代中期に、下水やし尿を環濠に垂れ流すシステムが確立されていたことがわかってきた(松井章『環境考古学への招待』)。

3世紀に築造された纏向古墳(奈良県桜井市)には、導水施設のようなトイレがつくられていた。また6世紀前半に築造された今城塚古墳(大阪府高槻市)には、棺を納めた石室から雨水などを効果的かつ効率よく排水するための溝があることが確認されている。

7世紀の終わり頃に造営された藤原京跡(奈良県橿原市・明日香村)には、東西南北に張り巡らされた道路に、総延長約200kmにも達する雨水排除のための側溝が設けられていた。また、道路側溝に流れる水を邸宅内へ引き込み、その上で用をたす水洗トイレのほか、穴を掘って便槽とし、中身が溜まると汲み出して遠くへ捨てるという汲み取り土坑式のトイレも発見されている。両者の処理方法は、13世紀の鎌倉時代まで併用されていく。

なお、くみ取り土坑式のトイレの出現が人糞肥料の実用化のはじまりを示唆しているという指摘もあるが(松井、同)、平安時代末期から鎌倉時代初期には人糞肥料の実用化がはじまったとする見方もある(亀山純生『「厠の念仏」と肥料としての屎尿の利用の問題』)。

藤原京ののちに造営された平城^{へいじょう}宮跡^{きゅうせき}(奈良県奈良市)には、その中央を流れる大溝が築造され、計画的な排水システムができあがっていた。また、宮の中心地であった第一次大^{だい}極殿^{ごくでん}の前には広場の水はけをよくするため、長い木製の管を何本もつなげて排水管として地下に埋められてもいた。とはいえ、これら側溝については用排水兼用だったため、当然ながらトイレの排泄物をはじめとする下水に汚染された水を使って人びとは生活していた。そのため、決して衛生的な環境だったとはいえ、悪疫で倒れることが多かった。

その一方、奈良時代に創建された秋田城跡(秋田県秋田市)には、8世紀中ごろに造られた、当時としては優れた排水構造を有するトイレ遺構^{すいせんかわやあと}(水洗厠舎跡)が見つかっている。このトイレは、個室の床下にある便槽に溜まった汚物を木樋を通じて沼へ排水する水洗式だったと考えられている。その際、沼の汚

染を少なくするために沈殿槽を設けている。これは、汚れの少ない上澄みだけを流すように工夫したものと思われる。なお水洗については、個室内に用意された桶の水を使用後に流す構造であったか、あるいは床下に木樋の暗渠があり、生活排水によって随時流していたとも考えられている(伊藤武士『秋田城跡』)。

安土桃山時代、豊臣秀吉による大坂城築城の際に石垣の下水溝(太閤(背割)下水)がつくられた。城に向かう東西の道路を軸にして、碁盤の目のように道路が張り巡らされていた。道路に面した間口が正面で、その家の裏側を水路が走り、道路と交差するところには石のふたがしてあった。下水溝の維持管理は「水道さらえ」と呼ばれ、町民一斉掃除の日に町民の手で行われていた。

江戸の町の排水システム

江戸時代、下水のことを「どぶ」といい、し尿を含まない生活排水と雨水のことをいっていた。江戸の町を例にすると、町にはたくさんの堀や川があり、隅田川や神田川を通して海へと流れていった。これらは下水道の幹線の役割を果たしていた。雨水や台所からの下水は、木樋や竹筒を通して、家の前を流れ



図-4 秋田城跡で確認されたトイレ遺構(復元：秋田市立秋田城跡歴史資料館提供)



図-5 太閤下水(大阪市建設局提供)

る「家前下水」に入り、道路に降った雨や家の軒先から落ちる雨を受け入れた「雨落下水」と「ます」で一緒になって、道路を横切る「横切下水」へと流れ込み、川に流れる手前の杭で大きなゴミを取り除き流れていった。また下水の維持管理は、各町で行われていた。修理については、当初は幕府の負担で行われていたが、次第に各町に委ねられていった。

現在と違って、「どぶ」の量はごく少量だった。米のとぎ汁は拭き掃除に、残った水は植

木に撒いたりしていた。また雨水の一部は、溜めておいて防火用水や道路の散水に使われていた。

肥料として再利用されたし尿

し尿についてはトイレの構造が汲み取り式だったため、農地への肥料として利用されていた。し尿は「下掃除人」(肥取り、汚穢屋とも)と呼ばれる従事者(その多くが近郊の農民だった)に引き取られ、金銭や野菜との取引・交換されていた。結果として、江戸の町と周辺農村地域との間に循環圏が生まれ、農家の自立や都市発展の一助ともなった。

しかしその一方で、し尿の肥料化が寄生虫、特に回虫を蔓延させた原因にもなった(永井義男『江戸の糞尿学』)。人間を宿主として寄生する回虫の卵が、糞便によって汚染された食べ物や飲み物を介して、再び人間の体内に取り込まれて寄生する(松井、同)。回虫が「疝気」や「癩」(いずれも痛みをとまなう胸部・腹部・下腹部の内臓疾患)の原因であ

り、江戸時代に多かった疾病だった(立川昭二『江戸病草紙』)。

このように、し尿のリサイクルは功罪相半ばする側面があった。とはいえ、江戸の町が下水をうまくコントロールしながら世界随一の清潔さを保った。その要因として、①用水体系と排水体系の分離、②糞尿の肥料資源化、③戸別に生

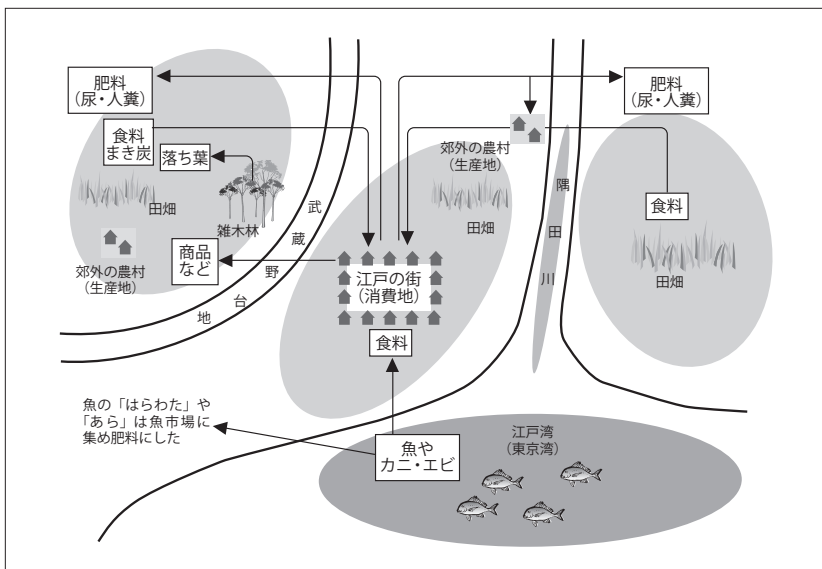


図-6 江戸の街と農村部を結びリサイクルシステム(環境省『平成20年版 図で見る環境／循環型社会白書』)

活排水沈殿槽を設置し上澄み水の放流、④節水と水の再利用に関わる生活文化の高度化、⑤清掃・清潔の習慣化の5点にまとめることができる(稲場紀久雄「三大環境危機と下水道」)。これらは、現代の下水道が果たしている資源・エネルギーの循環形成の基礎となっている。

外国人居留地建設と下水道

江戸時代末期に外国人居留地がいち早く建設された横浜では、明治4(1871)年にイギリス人技師ブラントン(Richard Henry Brunton)が計画した陶管による下水道が整備された。明治14(1881)年、居留地の人口増加を受けて、神奈川県技師の三田善太郎が、流量が少ない時でも流速が確保できる煉瓦造りの卵形管に全面改修し、併せて外国人居留地周辺の日本人街に石造下水道施設を整備した(竹内徹也「横浜の観光資源としての近代下水道遺産」)。この下水道は、我が国最初の「日本人による日本人のための近代下水道である」と位置付けられている(『日本下水道史』[技術編])。

神戸の場合、イギリス人技師ハート(John William Hart)の設計・監督のもと、外国人

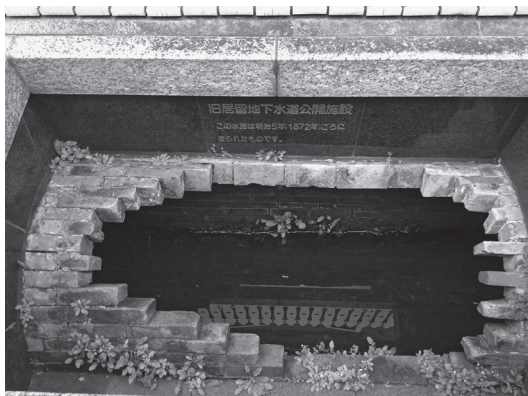


図-8 旧神戸外国人居留地の下水道

居留地が建設された。その居留地に明治5(1872)年頃、煉瓦造りの円形と卵形の2種類の管を用いた総延長約1,880mの下水道が敷設され、その一部は現在でも浸水対策用の雨水幹線として使用されている。

その後、明治6年10月に、銀座の表通りと横町通りの車馬道と人道との境界石の下に洋風の暗渠が設けられた。明治17(1884)年12月には東京府で神田下水の工事がはじまるも、財政上の理由からすべて完成することなく中止となった。また明治28(1895)年には、大阪市の旧外国人居留地付近でわが国初となるポンプ所(本田抽水所)が完成した。そして大正11(1922)年3月には、わが国初の下水処理施設である三河島汚水処分場(現在の東京都三河島水再生センター)で散水ろ床法による運転がはじまった。

2 下水道法制定の変遷

社会情勢を反映する下水道法

明治期以降、わが国の下水道の普及と発展には、財源もさることながら、根拠となる法制度の整備が不可欠であった。明治33(1900)年3月、第14回帝国議会で「汚物掃除法」(法律第31号)とその特別法である「下水道法」(法律第32号。以下、「旧法」と表記)が成立した(法律制定の背景については、Ⅲ第1章第2節第1項:279頁参照)。旧法の成立過程で「どぶ」を指す「下水」区別するために「下水道」という言葉が登場し、旧法成立以降「下水道」という言葉が定着した。

旧法は、昭和33(1958)年4月に公布された「下水道法」(翌34年4月施行。以下、「新

法」と表記)までの間、わが国における下水道建設の根拠法となった。しかし、建設および維持管理に要する財源についての条項が欠落していたため、下水道財源の安定的な確保を妨げることとなり、この間の下水道普及に少なからず影響を与えた。新法はこうした点を踏まえた法律として、わが国の下水道普及に大きな転換点をもたらした(新法制定については、Ⅲ第3章第2節第1項:309頁参照)。

旧法よりも公共性がより明確になった新法は、水質汚濁の解消に寄与することを主眼に策定が進められたものの、このことを条文の文言に記述されることはなかった。そこで昭和45(1970)年12月に公布された(以下、「改正法」と表記)では、下水道の役割と目的に「公共用水域の水質保全に資すること」(第1条)という一文が追加された。ここに、現在につながる水環境の整備と水循環の健全化への第一歩が記された(改正法については、Ⅲ第4章第1節第1項:320頁参照)。

水環境の健全化と浸水対策の強化

その後、昭和51(1976)年5月の改正法一部見直しでは、水質規制の目的を施設と水質の各保全に分離し、水質汚濁防止法の水質規制の措置と同じ仕組みが導入された。そして平成8(1996)年6月の一部改正では、下水道資源等の有効利用の一環として、事業者に対して汚泥処理の更なる減量を努力義務化した(Ⅲ第6章第2節第3項:413-4頁参照)。さらに平成15(2003)年9月の改正では、水質悪化による公衆衛生条の問題と生態系への悪影響等を背景に、汚水と雨水を同じ管で未処理のまま排除する「合流式」下水道を改善す

るよう義務づけられた(Ⅲ第6章第2節第2項:407頁参照)。そして、平成17(2005)年6月の改正では、都市型水害の頻発と閉鎖性水域の水質改善を背景とした広域的な雨水排除と流域単位での高度処理の推進を図るための流域別下水道整備総合計画制度の見直しが行われた。

下水道法の変遷は、本節冒頭で記述した下水道の役割を果たすための歴史とも言えよう。私たちが快適で安全に暮らすため、そして水をめぐる様々な恩恵を享受するため、下水道は整備されている。このことは、身近な水環境が地球規模での環境問題に直結していることをも気づかせてくれる。

3 下水道をめぐる様々な取り組み

わが国における下水道資源の有効活用の歩み

下水道の役割は汚水や雨水の排除のみならず多様である。中でも、下水処理の過程で生まれる汚泥やメタン発酵(消化)時に発生する消化ガスなどをいかに有効活用するかは、下水処理がはじまった時からの課題であった。これらを下水道資源として捉えることで、下水道はより多様な機能を有する社会資本となり、その重要性は今日ますます高くなっている。

わが国における下水道資源の有効活用を振り返ると、大正11年に東京府下三河島汚水処分場での下水処理がはじまった頃、東京府では下水汚泥の農業利用についての基礎調査を行っていた。大正末期から昭和初期にかけて、全国の6都市で下水処理が始められたが、これらの処理場では汚泥の減量化と安定



図-7 旧三河島污水処分場唧筒場施設(東京都下水道局提供)

表-1 下水道法と役割の変遷

下水道法令	主な法令内容	背景	下水道の役割	関係法令
明治33年3月(旧法)	土地の清潔の保持を目的に規定	コレラの流行、浸水問題	土地の清潔の保持	公害対策基本法(昭和42年8月)
昭和33年4月(新法)	都市環境の改善、公衆衛生の向上を目的に規定	生活環境への関心の高まり	都市の健全な発達 公衆衛生の向上	
昭和45年12月(改正)	公共用水域の水質保全を目的に追加	河川や海等の水質悪化	公共用水域の水質保全	水質汚濁防止法(昭和45年12月)
平成8年6月(改正)	汚泥処理の努力義務	省エネ・リサイクル社会の到来	下水道資源等の有効利用	環境基本法(平成5年11月)
	光ファイバー			循環型社会形成推進基本法(平成12年6月)
平成15年6月(特定都市河川浸水被害対策法制定)	流域水害対策計画	潤いのある空間への関心の高まり	望ましい水循環・水環境の創出	京都議定書発効(平成17年2月) 第3次環境基本計画(平成18年4月)
	排水設備の貯留浸透機能の義務	安全・安心へのニーズの高まり	都市浸水対策の強化	
平成15年9月(改正)	合流式下水道の改善計画放流水質等について規定	水質悪化による公衆衛生上の問題生態系への悪影響	汚染水域の水質改善	
平成17年6月(改正)	雨水流域下水道	都市型水害の頻発進まない閉鎖性水域の水質改善	広域的な雨水排除流域単位での高度処理の推進	
	高度処理の推進			
	事故時措置の義務化			

(国土交通省webサイト「下水道の歴史」掲載図を元に作成)

化を目的にメタン発酵が行われていた(藤澤寿郎・笠倉忠夫「知多地域における廃棄物系バイオマスのメタン醗酵」)。

6都市のひとつである名古屋市では、昭和5(1930)年に堀留処理場(現在の堀留水処理センター)でわが国最初の「活性汚泥法」(下水に空気を吹き込み、微生物の働きで水の汚れをとる方法)による処理がはじまった。この処理を行った際に沈殿したものが下水汚泥である。名古屋市では昭和8(1933)年8月、天白汚泥処理場で天日乾燥処理した下水汚泥を火炉でさらに乾燥させた「名古屋産活性汚泥肥料」の生産をはじめた。また昭和17(1942)年には、京都市鳥羽処理場(現在の鳥羽水環境保全センター)で消化ガスの自動車燃料化がはじまった。

昭和30(1955)年2月、わが国最初の下水処理水の本格的再利用として、東京都三河島処理場の処理水を工業用水として供給を開始した。またこの年には、国立名古屋工業技術試験所(現在の国立研究開発法人産業技術総合研究所中部センター)で、下水汚泥からビタミンB12の抽出に成功したことから、名古屋市の天白汚泥処理場に実験プラントをつくり、研究機関や企業と共同研究を実施した(実現には至らず)。

進む下水道資源の再利用化と下水道の意義

近年、下水汚泥の肥料化や溶融スラグの建設資材への利用のみならず、更なる下水道資源の再利用化が進められている。中でも、下水汚泥から希少資源であるリンを回収し肥料として利用する取組み(岐阜市、神戸市など)や下水汚泥の炭化による固形燃料化(前橋市、横浜市など)、下水処理場やポンプ場、下水

管渠から採熱し有効利用する取組み(仙台市、札幌市：以上、平成28年3月現在)、下水汚泥のバイオガス化(発電や自動車燃料、都市ガスへの活用)、そして用途に応じての下水再生水の利用は、下水道が社会資本としての役割を十分に発揮するポテンシャルを持っていることの証左である。

下水道は汚水や雨水を排除するだけではない。快適で安全かつ衛生的な生活を維持しつつ水環境を守りながら、限られたエネルギー資源を有効活用するため、下水道は文字通り私たちの暮らしを下から支えている。想定外の災害などが頻発する昨今、下水道の歴史を知ることは、私たちのこれからの暮らしを考える上で重要な意味を持っていることを改めて再確認することでもある。

