

近代上下水道の創設と在来施設

神戸大学大学院工学研究科 神吉 和夫

1 はじめに

皆さん、こんにちは。ご紹介をいただきました神戸大学の神吉と申します。

私は、30年ほど前から土木史の研究を始めました。内容は近世の都市給水施設、いわゆる水道史研究で、兵庫県の播州赤穂、江戸、四国の高松などの研究を30年前から延々とやつてまいりました。その後、古代都市の溝の研究をしました。

そういう研究をしていた時に、近世の治水や利水と、近代の治水や利水との関係について、本にまとめないかという話があり、当時、新潟大学においてになった大熊孝先生を代表として1994年に平凡社から本を出しました『川を制した近代技術』平凡社・1994・共著。今日お話しする内

容のほとんどは、この本に書きましたことが中心です。で、レジュメの参考文献が古いと思われる方がいらつしやるかもしれません。

私は近世の都市給水施設を中心に研究してきましたので、近代都市の水道の研究を始めた時も、近世の都市水利との関係ということで、何が違うのか、あるいは同じなのかというところに焦点を当てて考えてきました。また、近代上下水道の創設と安政の五ヶ国条約、いわゆる不平等条約、の改正問題とに関係があるのではないか、という研究をしました。

2 古代都市の上下水道

日本で都市らしい都市と云いますと、7世紀後

半から8世紀後半に造作られました藤原京、平城京、長岡京、最後は平安京になります。見事な条坊制、碁盤目状の街路構造をもっており、平安京では東西が4・5キロ、南北が5・2キロ、そこに約20万人が住んでいました。平安京には東西南北合わせて67キロに及ぶ溝が建設されています。朱雀大路で云うと、全体の幅が280尺に対して、左右に5尺の溝が造られていました。かなり大規模なものです。当時、平安京に住んでいた人々は、飲料水は井戸から得ていたと云われています。

3 近世都市の上下水道

それから都市らしい都市が出てきたのが、15世紀の半ば以降になります。

江戸、大坂、京都が人口30万人以上。江戸の場合は約100万人であつたと云われています。それに次ぐのが、名古屋と金沢になります。それ以下は1万人に満たない6千人程度の城下町です。城下町というのは領国経営あるいは商工業の

中心地で、多くは水域に近接したところに立地していました。そして、既存の河川を付け替えたり、濠、給排水施設、運河、河岸などの建設を行っています。これら近世都市の一部には、上水道や下水道が整備されていました。

一番早いのが、1545年に造られた小田原の早川上水。続いて江戸、甲府、福井、近江八幡などに、都市域において開渠あるいは暗渠、開渠から暗渠化した施設が造られます。

福井の芝原用水、波多野純先生が研究された、では城の周りに濠があり、城下町が城の北側を取り巻いています。そこへ九頭竜川を水源とした開渠の水路が、城下町の中を縦横に流れる構造になっています。芝原用水は、生活用水に使うと同時に灌漑用水にも使い、また泉水にも水を入れる施設です。

甲府の場合は、相川から水を引き城下町に流していますが、当初開渠で後に暗渠化しています。つまり、当初開渠であつた水路に石蓋を付けます。石蓋を付けると水路から水を汲み出せませんから、

水路から竹の樋を引き、上水井戸のような溜樋に水を入れて、そこから水を使うようになっていきます。

ほとんどの城下町では飲料水は井戸から得ていますが、一部のところでは、開渠の水路を造り、それを濠に入れたり、また、灌漑用水に使ったり、あるいは生活用水に使っていました。

滋賀県の近江八幡の場合は碁盤目状の街路構造となっており、南北の街路と街路のちょうど真ん中のところに水道が建設されています。これは背割り下水という排水路です。生活用水のほうは、町の周辺の良い水が出るところに元井戸と呼ぶ井戸を据え、そこから竹の管を引き利用するという形式が取られています。

水源の元井戸は樽に穴を開けたもので、そこへきれいな水を取り入れ、竹管を延ばして、最終的には取井戸で水を汲み利用します。途中の竹管は現在でも見つかっています。

江戸に玉川上水があるのは、皆さんもご存知だと思います。玉川上水は、多摩川から水を引き、

途中、武蔵野台地の開発用水として利用しながら、43キロを開水路で流し、92メートルの標高差を利用して、江戸に水を配するというものです。水路際にはサクラなどが植えられ、小金井はサクラが大変きれいな場所として知られています。水源施設の羽村堰は江戸時代における大規模な取水堰の一つでした。

江戸の町中に入ると、街路下に縦横に木樋が張り巡らされていました。そこから呼樋という竹の筒で江戸井、上水井戸に流し、水を汲んで使うようになっていきます。江戸の一般庶民は、將軍の造った上水が飲めることを大変誇った、喜んだという話があります。

木樋には途中、榧を置き、木樋を継いでいきます。『玉川上水留』という幕末に書かれた資料に、どういう寸法で造るか、例えば勾配をどうしたかが大変詳しく書かれています。

明治初期の東京の地図（1／5千東京図測量原図）で八重洲町附近をみると、大名屋敷跡に庭園があり大きな泉水が描かれています。『上水記』で

は八重洲町附近の街路に玉川上水の木樋が通っていますので、玉川上水の水が泉水に流れていたと思われまゝ。江戸時代、主要な大名の上屋敷は、庭の中に大きな泉水がある泉池回遊式庭園を設けていました。

また、『上水記』の図面から、所々で下水に水を入れていくことがわかります。濠が隣にあるのに濠に入らず、まず下水に水を入れる場合、また、濠に直接水を入れている場合もあります。これらのことから玉川上水が濠とか下水に水を供給する施設でもあったということがわかります。

江戸城には三重の濠があり、現在は雨水と下水道の水を合わせて一日当たり1・5万立方メートルの水が江戸城の濠に入るようになっていきます。

玉川上水は元々、江戸城の濠に水を流していたのですが、戦前に濠浄化計画が検討されていて、その計画では濠に一日当たり約1・4万立方メートルの水を入れるようになっていました。また、別の戦前の計画では、一日当たり1・7万とか、7・2万立方メートルの水を濠に流すという数字もあ

ります。江戸に入ってくる玉川上水の水量は、最大で毎秒4トン、一日当たり35万立方メートルで、相当量が江戸城の濠に入ることがわかります。

一般に、江戸時代の上水は庶民の生活用水、飲料水に使ったと云われていますが、実際に調べてみると、決してそうではありません。濠に入れたり泉水に使う水のほうが、飲料水として使われた水量より多かつたかも知れないということがわかります。

4 近代のヨーロッパの上下水道

そのような水利用をしてきた日本の都市が大きな変革を明治維新以降受けることになります。安政五ヶ国条約により開国、開港場と開市を要求されました。この条約は不平等条約となっており領事裁判権はない、関税自主権はない、日本のほうから何も言えない、そういう条約でした。

西欧の先進諸国が文明国であり、日本は非文明国であるとみなされました。東南アジアの多くの国が先進国によって植民地化される状況にあつて、

明治維新政府はなんとかして近代国家の建設をしないといけない、西欧の先進諸国から文明国とみられるような国にしなければいけない、ということ、富国強兵・殖産興業という旗印のもとに、近代的な都市造りをするようになります。

お城を中心として濠を巡らし、周りに武士の屋敷を造り、それに付随するかたちで町民の住む都市から、西欧の先進諸国にみられる産業立国の都市に変えようとしたのです。

その過程で衛生思想が入ってきます。18世紀後半から、欧米では衛生に関する議論が盛んになり、その中でコレラの世界的流行が起きます。

当時は、コレラの原因について、必ずしも一致した見方がありませんでした。有力な見解は、ペッテンコーファー (Max Josef von Pettenkofer) のミアスマ説、「汚れた空気や土壌がコレラの原因である」というものでした。一方、コッホ (Robert Koch) は細菌説を唱えます。こういった状況下で、衛生思想が重視され、欧米では上下水道の建設が進められることになります。

水道では、砂ろ過が1804年 (Paisley) で取り入れられ、砂ろ過による浄化が普及することになります。イギリスでは、1842年、チャドウィック (Edwin Chadwick) の有名な報告書「大英帝国の労働者人口の衛生状態」が発表されます。この報告書の中に「救助は医師からではなく、土木技術者の学問から」と云う言葉が出てきます。医療によってイギリス労働者の衛生状態を改善することはなかなか難しい。それよりも、上下水道の建設をしたほうがいいのだ、ということです。

1855年、ロンドンに首都工事が設置されます。そしてバザルゲット (Joseph Bazalgette) が中心となり、下水道計画を立案することになります。

しかし、下水道はなかなか実施に至りませんでした。汚水が直接テムズ川に流れ、テムズ川の横にある国会議事堂がその悪臭で審議がたびたび中断するという事態が起きます。これで初めて下水道工事が実施されることになります。

下水道工事は遮水路を造り、ロンドンから遠く離れたところでテムズ川に下水を放流するといふ

ものです。テムズ川は感潮河川なので、流れたものがどこまでいって返ってくるか、返ってこないか、調査して計画しています。

フランスのパリはどうでしょうか。1862年出版された『レ・ミゼラブル』の中で、「パリは、肥料中のもっとも豊かなものを海に捨てている」と下水道批判をしています。パリの下水道では、下水の放流先を農地にするというかたちを取ります。下水道の考え方が色々あったことがわかります。

5 近代の日本衛生思想

日本では、西欧の衛生思想を受けるというより、コレラの流行という問題がありました。明治10年あたりから、長崎とか横浜にコレラが発生して、それが全国的にまん延し、政府はその対応に大わらわです。

日本の場合、江戸時代に貝原益軒が『養生訓』に「水は清く甘きを好むべし。清からざると味のあしきとは用ゆべからず」[たまり水はのむべから

ず。たまり水の地をもしり来る水ものむべからず。井のあたりに、汚濁のたまり水あらしむべからず。地をもしり通りて井に入る甚だいむべし」[夏至に井をさらえ、水を改むべし]と書いています。

基本的には五感(官)により「清く甘い」水を佳しとし、飲料水としての汚濁水の危険性を指摘し、地下浸透した汚濁水が井戸に入るのに注意を促しています。ある程度衛生的であり、こういう考え方も日本にはあったのです。

コレラという問題が起き、これでは駄目だと云うことになります。しかし、コレラなどの水系伝染病がなければ、江戸時代の『養生訓』に基づく水利用でもよかったのではないかと逆説的に言えるのではないかと思います。

6 近代の日本の上下水道

近代化を目指す日本は西欧型近代上下水道を造って行きます。一番早くできたのが横浜で、明治20年10月になります。計画給水人口が7万人、一人1日当たり82リットルの計画になっていま

す。大阪では、明治28年に給水を開始し、計画給水人口が61万人、一人1日当たり給水量が83リットルの計画になっています。

近代下水道については、明治26年12月に下関で、それから仙台、神戸、函館、名古屋と着手して行くことになります。

仙台の場合は、一人当たりの計画汚水量が6立方尺。蛇口をひねると水の出る下水道がない状況で、汚水量は一人当たり1日6立方尺ということになります。

近代上下水道が着工されたのが何時か、それも全域についての計画ができ着工されたのが何時かということがよく問題になります。それらが着工される前に何もしなかったわけでは決してありません。

明治23年「水道条例」ができますが、それまでにどの様な近代上下水道の計画があったのかをみることにします。

最初に開港場となった横浜では、ブラインの下水道計画が文久3（1863）年に出ています。

その後、明治元（1868）年にフランプトンの計画があります。これは実際に建設されました。その後、三田善太郎が明治13年に横浜居留地に煉瓦造下水道を建設します。神戸ではハート、東京神田は石黒五十二が計画、建設をします。東京の全域では明治22年にバルトンが計画しています。同じく近代下水道といえは、東京の皇城、皇居だけは明治17年に完成します。それから横浜はパーマーが明治16年から17年にかけて計画をつくりましたが、お金の問題があり、実現しませんでした。

横浜の居留地では幕府が土地造成と溝の建設を行っています。先ず、素掘りの溝を造り、それではいけないということで石造のものに造り替えました。それに対してブラインが「現在施工中のシステムはまったく排水施設ではない。四角の蓋のない石造排水路は、街路と同じ高さに敷設され、道路からのあらゆる廃棄物を集積することになる。ほとんど勾配がないので、毎日掃除をしなければ、深さが2フィートあっても、雑草と植物が

たまり、まったく埋まってしまふ。排水路は定期的に毎日でも清掃して汚物を排除しなければならぬ」と、批判をしています。これが西欧の下水道に対する考え方です。

「排水路の水がきれいに流れて、汚物も含めて水が流れていくような居留地の造成をやっていない。単に水路をつけなければならないのでは駄目なのだ」と言っています。

その後、ブランドンも「水あるいは空気は毒されていても、必ずしも味や匂いで識別できるとは限らない」と批判しています。「味とか匂いに頼って考えたら大間違いですよ」という西欧の考え方です。

横浜の居留地について、ブランドンの下水道計画では、実際に建設されたようですが、「街路はこうであつて、こういう陶器の管による排水路をつくりなさい、それには、きちんとした勾配をつけるのですよ」、といったことが書かれています。

神戸の居留地では、十五番館の前に、明治の初めにできた煉瓦造り下水道の一般公開施設があり

ます。この近代最初期の下水道が私の居る神戸で、現在もまだ使われているのには感激します。ところが建造物の十五番館は重要文化財ということで、何故その横に下水道なんか置くのか、という大変大きな批判もあつたそうです。現在、下水道の一般公開施設には「登録有形文化財」と、もう一つ「土木学会選奨土木遺産」というパネルが張り付けてありますが。

明治2年、ハートがつくつた神戸居留地計画図を見ると、南北の京町筋をメインストリートとする縦横の街路が造られ、全体で126の区画に分けられます。周りは水路と海になっており、ここだけが独立した排水区域になっています。

同じくハートによつてつくられた明治元年の道路と下水道の設計図を見ると、京町では、街路中央に卵形管があり、側溝から陶器の管で水を受けて、海岸の方へ流しています。明石町、浪花町では円形管を街路の片一方に付けて、そこへ側溝に入つた水が流れ込むようになっており、所々に铸铁製の塵よけが設けられています。図面には勾配

とか管径が記入されていて、どの様に計画したのか、参考書が特定できませんのでよくわかりませんが、大変詳しい計画をしています。

円形管の場合は36インチ、約900ミリ。卵形管の場合は、長径が610ミリ、短径が457ミリの管などを、枝管としては9インチないし12インチの管が使われています。勾配も陸側から海側へと変化させています。

雨水量は合理式が1851年に提案されていますので、多分これを用いたのだらうと思ひ、排水域と流出係数などを適当に決め、現在の降雨強度式を用いて計算してみました。

明治36年の居留地人口は西欧人が1200人、中国人が2200人、合計で3400人が住んでいました。それを用い汚水量を計算すると、雨量に対して300分の1ぐらいで、ほとんど下水流量に影響ありません。5年確率、10年確率の雨量で計算してみると、一部の下水道管で溢れることがわかりました。計算の仮定が多すぎるというところかも知れません。1857年に Hawksley

公式という流量公式が出されていますから、これをもとにして再度計算すると、全ての下水道管において溢れることはなく、十分な下水排除能力を有していることがわかりました。当時、合理的に設計された下水道だったと思います。

次に、在来施設はどの様に使われたかをみてみます。長崎では明治19年から20年にかけて、在来下水溝の改修工事を行っています。下水溝に板石、瓦を張り付けて、天川土で固め、下水溝から水が浸透するのを防ぐ工事です。それを担当したのが長崎県の技師吉村長策です。長崎の上水道を計画し建設した人として有名です。近代下水道というものが神戸のハートの下水道であるとするならば、長崎で在来下水道の改修は近代下水道を造ったことにはならないのだらうと思ひます。

玉川上水については、明治20年に一部を鉄管に替える計画とありましたが、この場合も根本的な改良にはなっていないことがわかります。

日本に建設された近代水道というのは、どういふものかをもう一度みてみますと、それは衛生施

設です。衛生施設という意味は飲料水を主体とする給水施設だからですが、それプラス防火用水としての機能をもつものとして、日本の近代水道が創設されたということがわかります。

横浜の近代水道についてみると、パーマーが計画書の中で計画人口7万人、1日一人平均給水量を20ガロンにし、水圧は2階屋上に放水可能になるように140フィートの高さまで放水可能となるように水圧を設定しています。

20ガロンにしたのは何故か。計画書によると、英国の製造盛んな大都市の平均は21ガロンで、対して日本ではトイレの3ガロン、一般洗濯用1.5ガロン、製造および商用4.5ガロンは要らないのでそれを減らす。一方、日本人はお風呂に入るから、そのために7ガロン増やし、差し引き19ガロンとなるが余裕を見て20ガロンに計画しています。英国の製造盛んな大都市と日本では、最終的には21ガロンと20ガロンと同じですが、中身はだいぶ違うのです。飲料水を主体とする衛生施設、それに防火用水としての機能を加えたも

のを日本では造った。計画人口を低めに設定をしたのではないかという印象もあります。

明治10年にウイリアム・ハンバー（W. Humber）が都市水道についての本を出しています。この本を読めば、技術者であれば誰でも、ある程度能力のある人は、水道の計画を立てることはできたのだろうと思われる。

明治21年に海軍軍医の石黒忠憲が、ドイツまでコッホを訪ねています。そこでコッホが、日本の状況はどうかと質問をしています。

「若し虎列刺病毒をして駆除し去らんと欲せば他に確実の方法あるなり。其方法とは何ぞ、上水下水の改良是れなり。貴下の所説に拠れば貴国に虎列刺の浸入を受け全国流行の導火となるものは長崎なると。其長崎上水下水の装置は如何」。

石黒が答えて、「できたのは横浜だけなのだ」と言う、コッホが「何故に全国流行の導火たる長崎とまた全国的首都たる東京とを描いて横浜には着手せしぞ」と言っています。

明治16年4月に内務卿山縣有朋が、「水道溝

渠等改良ノ儀」という示達を東京府知事芳川顕正に出しています。「水道溝渠等改良ノ儀ハ衛生上目下ノ急務ニ付当省ニ於テ先ツ三府開港場所ノ実地ヲ測量シ」云々ということで、三府開港場所であるのだということです。この三府開港場所の一つとして横浜があるのです。

そうなった背景は横浜での居留地各国領事から近代水道建設の要望があつたことです。英国公使パークスが、明治15年7月に開催されました第15回条約改正予議会の席上で、水道敷設陳情書を提出します。それに対して外務卿井上馨は、水道敷設実現を公約しています。つまり、不平等条約改正の障害の一つとして、上下水道の問題があつたことがわかります。

土木技術者・パーマーは測量関係の書物、天体気象観測の書物を出しています。明治15年12月、帰国する途中に東京の英国公使パークス邸に泊まります。そのときに外務卿の井上から神奈川県令に対して、水道の専門家が来ているのでパークス公邸に工学者を同行して行くように指令がで

ています。こうして、パーマーは横浜創設水道に関与するわけです。パーマーは、結局3ヶ月間日本に滞在して、工事の計画書をつくることになり、後には、日本に来て工事総監督をすることになります。

ここで外務卿が、なぜこの様なことをしたのか。それはパーマーが条約改正肯定論者として知られていたことです。明治15年7月に「最近の日本の進歩」という論文を書き、さらに明治17年6月には『タイムズ』紙に「日本における治外法権」を書いています。

明治17年9月13日、井上外務卿は横浜水道建設への招聘ということで、彼を横浜水道建設のために呼ぶと同時に、パーマーに『タイムズ』紙記事への感謝と来日時に『タイムズ』紙等の新聞社の在日特別通信者契約をするよう依頼をします。

そして、横浜水道の建設プランを作成する一方で、治外法権の撤廃のような原稿をどんどん新聞社に送ってくれるよう言っています。そこに一つのポイントがあるのではないかと私は思っています。

す。

このようにして、小規模な、衛生だけに限定した生活用水に使う水道、加えて消防に使えるだけの近代水道が日本に造られていったのではないかと思います。

7 終わりに

近代水道は閉鎖系、浄化、高圧ということが一般に知られています。それに対して、玉川上水などの近世の水道は開放系、無浄化、低圧でした。消防に関しては、近代水道のほうが優れているのは当たり前です。また、衛生的な水の供給ということでも見た場合も、近代水道が優れているのは明らかです。しかし、近世水道でも水源水質が良好で、汚水の浸入防止ができれば、それは可能でなかったかという言い方もできると思います。

玉川上水について言うならば、生活用水と防火用水だけに使われるのではなく、濠用水、下水用水、泉水用水に使われ、都市の美観形成にも役立っていました。さらに、水源から江戸までの武蔵

野台地での開発用水になっていたということ、これは多用途施設です。それと西欧の近代水道を直接比較するというのは無茶です。生活用水と防火用水の目的に限定して建設された日本の近代水道というものは、まったく別個の思想に基づく施設と考えるべきだと思います。

衛生思想が移入されて、近代上下水道の優位は明らかでしたが、一番大きな障害、建設費が莫大であったために、中々普及しませんでした。しばらくの間は在来施設を改修しながら使っていたという実情ではなかったかと思っております。

ご清聴ありがとうございました。

(終了)

(追記) 講演時、8ページのレジюмеを配布し、55枚のPPTスライドを用いました。本誌に登載していただくにあたり、図表を省略し、読みやすい文章になるよう若干の加筆修正を行いました。