



第1圖 ポンペイのトラヤヌス皇帝の Villa の給水用鉛管、周囲約 40 種、肉厚約 0.9 種 (大英博物館蔵)

雨が降らなければ濡れ、降れば濁る質のわるい水でも家に引きこみ使用することは、わずかに 2,300 年前まではごく限られた人々にだけに可能なことであった。巨大な貯水池、浄水装置、必要な圧力を水に與える貯水塔、多量の水を高圧下に送る鐵管網など、現在のわれわれに昔の王侯もおよばぬ水道組織を持たせてくれたのは近代の工業技術である。とくに蒸気機關の完成による鐵・セメント工業の發展とともに近代醫學の發達があげられる。現在の水道を構成する要素は歴史上に古くからあらわれている。これら諸要素に生産力の背景と科學的根據を與えることにより水道が現在の形になつたのである。

都市に水路で水を引くことはギリシャ時代にははじめられ、構築技術の開花した古代ローマで大規模に作られた。B. C. 312 年のアッピア水道から、A. D. 226 年にアレクサンドリア水道が完成するまで、ローマ市に給水する水道は 14 本も作られ、水路總延長は 500 km 以上におよんだ。水源となる泉や河の水質により飲料、灌漑、噴水用にわけられ、給水量は一日一人當り 190 l に達したといわれる。ギリシャの水路は開渠のみであつたが、ローマ人は水壓を下げ、水頭を保つために水道橋を作り、トンネルで山を貫通し、鉛管でサイフォンを作り、水中に溶解している空氣の害を防ぐための排氣槽を作り、さらに浄水用の沈澱槽の使用もしていたという。主管から貴族の邸宅に引く水量は鉛管の大きさによりきめられ、水道の管理は國家により行われ、水道局長官により水道の割當、維持がなされていた。一般市民は公共噴泉を利用しているが、中世の場合と同じく貴族の私用水栓が多く作られたため、公共噴泉が湧水することはよくあつたらしい。

ヒポクラテス (B. C. 460) は鉛管を通る水の有毒なことを論じ、汚水の濾過をすすめており、またギリシャ人は高圧にたえる管を作つたといわれる。これらの點でローマ人は劣るが、都市水道を初めて實用的に完成させた點で秀れている。三世紀頃のローマには大浴場 11、公衆浴槽 926、公共噴泉 1212 などの水道設備があつたという。ローマ人は版圖の各地に水道を設けたが、ローマ市その他の數市以外では民族大移動後は使用されなくなり、またその使用法すら忘れられてしまつた。

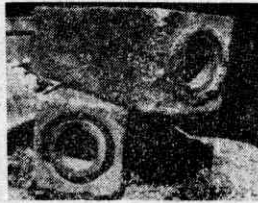
11 世紀頃から歐洲各地に都市生活がいとなまれるようになるのと再び上水が登場してくる。小さい町では井戸や河水を用いているが、井戸は地域的制約が多く給水量にも限度があり、下水による汚染をまぬかれないので清潔な水を豊富に得ようとする努力が大都市でまず始めら

れた。12 世紀にパリでは二つの僧院が自家用水を得るために、泉から石造水路と鉛管を用いて水を引き剰餘の水を市民に利用させた。市民用の水は公共噴泉に引かれ、そこからまかれた。水道の便利なことが知られ需要者が多くなつたので、僧院私有の水道は市當局の管理となり、擴張工事がなされた。水路は石造または金屬・陶器の管で地下に埋められ、検査や清掃のために枝管のつけられる個所にはマンホールや水量調節もおこなう調整室が作られていた。水量は孔をあけた銅版により調節され、この場合孔の大きさのみが問題となり、孔の位置と水壓の關係は考慮されなかつた。水路の不備なことも夜間も放流するために損失水量は大きかつた。15 世紀の末頃にパリには市當局の建設による公共噴泉が 16 個あつたといわれる。しかしパリやロンドンなどの大都市でも市民の使用する水の大部分は井戸か、河川から配水人のギルドにより配達されるものであつた。

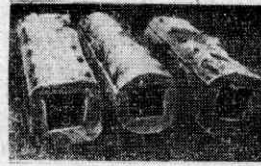
歐洲の都市ではすべて汚物は不完全な下水にすてられ、河川に放流されていたので流行病は猛烈であつた。そのため下水を完備する必要は早くから市民に理解され 16 世紀以後下水工事が行われ、下水に投げこまれた汚物を流すのに多量の水が必要とされた。遠い水源から高價な水路を作る方法にたいして、水力・風力により河水を高所に引上げて給水する方法が各地で採用されるようになった。風車、とくに水車を動力としての製粉・製材・炭坑排水は早くから行われていたのである。ロンドンでは 1583 年 Peter Morice によりロンドン橋のアーチの下に押し上げポンプ用水車を設置する計畫が作られ、配水人組合の反對を押し切つて最北端のアーチに水車が設置された。揚水された水は市内の一部に各戸給水された。ロンドン橋の給水事業は Morice 家によつて 1701 年までつづけられ、同年會社組織となり事業が繼續された。パリでも 16 世紀末、水力給水設備が計畫された。國王アンリ四世はポン・ヌフのアーチを利用してフランドル人 Jean Lintleir に給水施設を作らせようとした。市當局はその管理下にある配水人たちの反對により、水運を阻害するという理由でこの計畫に反對したが結局 1632 年給水場が作られた。この給水場は 1813 年ナポレオンにより廢止されるまで續いた。これにならつてノートルダム橋にも 1669 年給水場が作られ 1853 年橋が改築されるまで運轉されていた。ポンプ揚水とともに古代のローマ水道の再建と新水源からの水路建設も行われた。この當時の管材料はおもに木材で、これに防腐劑を塗布したものを主管としていた。鉛管の製法は 1500 年頃までは古代と同じく鉛板を丸めて纏目に鉛を流しこんだものであつたが、1539 年 Robert Brocke により鑄型の使用が



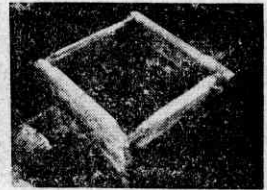
第2圖 水戸水道の石樋



第3圖 金澤水道の石管



第4圖 江戸上水の木管



第5圖 江戸上水の埋掛

發明されて大量に作られるようになった。

給水用ポンプは水車の出力が小さくてもその数を増すことにより容易に揚水する高さと水量を増加しえたが、鐵山ではしだいに採鐵は深部で行われるようになったため、ポンプの改良が強くとめられ、技術者は排水ポンプに力をそよいだ。かくて一應完成された蒸汽ポンプは1761年にまずロンドンで揚水用に利用され、ついでパリでも使用され、揚水量の増大によつて給水事業はいちじるしい發展をみた。蒸汽機關により生産を増加された石炭はさらに鐵工業を推進し、18世紀末には腐朽しやすく断面積の小さい丸太をくりぬいた木管にかわつて鑄鐵管が給水主管としてまづ工業先進國イギリスで使用された。この頃から水質の研究も行われるようになり、最初にパリで簡単な濾過池が作られたが、大砂濾過床はロンドンのChelsea水道會社ではじめて作られた。濾過の目的は水中浮遊物の除去であつた。18世紀末のイギリスは世界における工業の最先進で、首都ロンドンに出入する船舶は多数にのぼり、人口も100萬におよんでいたから水源たる河の汚染もいちじるしかつたのである。1852年ロンドンの上水はすべて濾過さるべきものと定められたが1870年にいたり水の化學検査法が實施されたとき、濾過は水中の溶解物質除去に効力のないことが知られて、一時廢棄されようとした。しかしバストワールおよびコッホにはじまる細菌病原學の發達により、1885年濾過が病原細菌除去に非常に有効なことが立證されて科學的根據を與えられた。さらに1895年ハンブルグ市で7600名餘の死者を出したコレラの流行のとき、同市と同じくエルベ河から原水を取り、しかも同市の下流にあるアルテナ市では砂床濾過を上水に採用していたので、ほとんど直接患者の發生をみなかつた。かくして濾過の有効性が實證されドイツでは強制使用を命ぜられ、歐州各地の上水で行われるにいたつた。アメリカでは原水濁度の高いことと使用水量が非常に多いことから歐州のような緩速濾過を行ふため、量水器を完備して、まづ使用水量を抑制し緩速濾過を採用しようとする動きもあつたが、製紙用工業用水の簡易な急速濾過から出發して、多くの研究をへて上水の急速濾過に成功し濾過法を逆輸出するにいたつた。さらに鹽素殺菌法による水質の改良、ポンプ効率の増大、小型ポンプの量産、セメント工業の飛躍的進歩および構築技術の發展などすべての近代生産の上に今日の水道が成立した。

わが國では細流多く飲料水を得ることは比較的容易であり、また都市の發達も16世紀末からなので、この頃

— 参 考 文 献 —

東京市史稿 上水編  
日本水道史  
大日本土木史  
東京市役所編  
中島 銳 治著  
土木學會編

になつて水道建設がはじまつた。江戸時代には約30の都市に上水設備がなされたといわれるが、そのうちで最初に行われ、最大の規模であつたのは江戸上水である。これは神田・玉川の二上水を根幹とするもので、とくに17世紀の中頃に作られた。前者は井之頭の湧水、後者は玉川の清流を引いたもので、明治31年(1898)改良水道が作られるまでの200年間給水した。この間に給水技術にはまつたく進歩がみられないが、規模は當時の世界に比類のないものであつた。埋設管はすべて木製で、一部に石樋も作られたが、技術上の困難から木樋に切換られたこともある。水量は管の断面積のみで計量された。水流の濁度および調整をなすための柵が樋管の所々に作られ、樋管からは木または竹製の枝管が分岐して上水井の底につないでいた。市民はこの上水井を汲んでいたのである。水道料金は請負で徴収されていたが、その後市内區域ごとに組合を作らせ、組合ごとに補修費を年々割當てた。武家は扶持高により、町家は沿道小間一間(間口一間、奥行二十間を一小間という)についてそれぞれ課金されていた。玉川・神田兩上水のほかに青山、龜有、千川、三田の四上水があつたが、いずれも開設後まもなく廢止されている。その理由にあきらかではないが木樋の腐朽、漏水が多く維持困難なためであろう。毎年腐朽した木樋の改修に多大の努力を必要としたが、自然條件が良かったことと、歐州のごとく汚物を河川に放流することがなかつたので原水の汚染も少く、給水量に大きな變化がなく、鎖國により間接に傳染病が遮断されたことは給水技術の改善に刺激を與えぬ原因となつた。上水の無い方面には、上水の剩餘水(吐水)が船につみこまれて賣られていた。明治8年(1875)市内約6000個の上水井に水道料を課するようになり、上水設備の耐久年限を30年としたが、そのために樋の腐朽による汚染がいちじるしくなり、傳染病の流行とともに水道改良が要望され、明治31年に歐米にならつて改良水道が作られた。わが國で最初に改良水道を敷設した開港場横濱ではすべて建設材料を輸入した。東京水道においても、いまだわが國の鑄鐵管製造の技術低く、製品の強度試験に不正を行つて東京市に納入するという鑄鐵管工業の第一歩において詐欺事件を起した。しかし日露戰爭以後鐵・セメント工業の成立とともに、各地に上水工事が行われるようになり、ガス事業の勃興とあわせて鑄鐵管需要の増加により鐵管工業も發展し、諸種の近代工業生産の成立と構築技術の移入により、日本の水道はできあがつた。

(1951, 4, 飯田喜四郎)

カットはスペイン Segovia の水道橋 (104 年建造)

Frontinus and the Water-Supply of Rome; Herschel.  
Engineers and Engineerings in the Renaissance;  
W. B. Parsons.  
O'd London Bridge; Goreon Home.