



No.1

# アメリカ合衆国

(前編)

財団法人水道技術研究センター  
技術顧問 竹中 勝信



## 1. はじめに

我が国の簡易水道事業は7,152カ所（平成20年度現在）あり、その数は微減の傾向にあるが、近年、節水型社会への移行や過疎化の進行で給水量が減少し料金収入も減り続ける中、更新すべき現有老朽施設の増大、施設の耐震化、より安全でおいしい水道水を目指しての高度浄水処理など、これまで以上に多額の資金を投資して水道経営基盤を強化しなければ対応できない課題を抱えている。

さらに、これに拍車をかけているのが各水道事業体で、我が国の産業の発展と人口増加に対処するために拡張事業を乗り切ってきた豊富な経験と技術力を備えた職員が今後10年以内に大量に退職するにもかかわらず、職員の新規採用も多くは見込めないことを考えれば、技術基盤の確保と継承は深刻な状況にある。特に、我が国の水道事業の大半を占める人口5万人未満の、もともと職員数の少ない水道事業体では、熟練

職員の退職に伴う技術力の低下はより深刻で、さらに技術職員の減少等により運営基盤等が一層弱体化してきている水道事業体も見受けられる。

この技術力の低下のもうひとつの要因に、一般職からの異動と、そのサイクルが短くなったことがあげられる。ある水道事業体では浄水場などの現場のトップが事務系で組織されている都市が見受けられ、技術の継承どころか労働組合対策としか考えられない構図となっており、国際化といわれている時代に欧米の都市水道事業体では考えられない事態になっている。

また簡易水道は規模が小さく、財政的にも技術的にも十分な能力を有していない水道事業が多く存在している。施設の老朽化も進み、地震に対する脆弱性が高まってきているので、地震などの自然災害の非常事態に対し、生命や生活のための水の確保が求められている。

基幹的な水道施設の安全性の確保や重要施設などへの給水の確保、さらに被災した場合でも速やかに復旧できる体制の確保が

必要となるので、経営・技術の両面にわたって適切に水道を運営するためには、どのような運営形態の選択肢があり得るかを十分に検討していく必要がある。簡潔に言えば、一定の基本方針がないならば、これから少子化時代になることも重なって、かなりの数の簡易水道の経営が成り立たなくなることが予想される。

このような環境から、厚生労働省は、業務の共同化及び遠隔監視システムの導入が運転管理や維持管理の効率化に有効であるとの調査結果を明らかにし、個別で水道施設の運転・維持管理をするよりも、共同で施設の維持管理を実施することにより維持管理体制の強化が図られ、安全で安定した水道水の給水が確保されることにより顧客へのサービス向上につながる事が明らかにされた。

このような状況を踏まえ、前述した我が国の小規模水道事業経営の参考に資するためにアメリカ合衆国を含めた諸外国の小規模水道施設の現状と課題、その課題の解決のために採用されている事例について記述するものである。

## 2. アメリカ合衆国の 上下水道事業の歴史

アメリカ合衆国の小規模水道を理解するためには国内の上下水道事業の歴史的な背景なども含めた全体的な水道事業の内容を理解する必要があるため、これらについてまず記述して本題に入ることとする。

国内の水道事業は個人の井戸から発展し、最初の水道事業体はマサチューセッツ州ボストン市で、家事用水と消化用水の給

水のために1652年に水道事業体が発足している。他の都市もボストン市に引き続いて家事用水、商業用水などの確保のために水道事業体が発足した。

一方、国内で最初の近代的な浄水場の建設は1832年で、その場所はバージニア州リッチモンド市、2番目は1855年にニュージャージー州エリザベス市である。エリザベス市の浄水処理システムは単層砂ろ過装置による浄水処理技術で、以後、同様な浄水処理技術で1860年までに国内で136カ所の浄水場が築造された。さらに、水道経営は、初期の植民地時代から1850年頃までの水道事業は民間企業が主流で、19世紀初期では約94%が民間企業の水道であった。しかし、時代の変遷とともに、1) 富裕層の多い地域のみ給水し市民に公平に給水するように投資されていない、2) 水道料金設定で水道会社の利益を最大限寄与するように設定されていた、3) 水源・水道水の水質に十分な配慮がなされない、等の理由から徐々に公営化されていった。

他方、19世紀に入って数多くの都市で水系伝染病の一つであるコレラが1832年、1849年、1866年、それからチフスが1848年に大流行した<sup>(1)</sup>。これは、急速な発展をしてきた都市は、まだ下水道は完備されていなかったし、近代水道も市全域まで普及していなかったため、水道が整備されていない人々は汚染した井戸水や河川表流水を人力でバケツなどの容器で汲んできて飲用、さらに公衆衛生も不十分な環境で日常生活に供していたためにコレラやチフスなどの水系伝染病が大流行した。

1898年から1928年にかけて、オハイオ州シンシナティ市で水系伝染病に関する調査研究が行われ、1907年にろ過工程を浄水処

理工程に導入することによって水系伝染病の発症率が減少、さらに1915年に浄水処理で消毒に塩素注入が導入されて見事に水系伝染病が解消された。そこで、水系伝染病が大流行した都市も含めて19世紀半ばにかけて近代水道の整備が国内のあちこちの都市で実施された。しかし、これらの水道整備は当初は浄水処理しないで原水をそのまま給水する方式であった。

1854年にJohn Snow博士によって水系伝染病が汚染した水が原因であるという論文が発表されてからは急ピッチで近代的な浄水場が築造されて、併せて浄水場で処理された浄水は布設された配水管を經由して各家庭には配水管から分岐して布設された給水管によって給水された。

他方、下水道整備も1948年に連邦政府が下水道整備に資金を投資するようになってからは下水道整備のスピードがさらに上がるとともに、1970年代に入ってから環境保全の面から膨大な資金が下水道整備に割り当てられた。

水道と下水道整備に対する連邦政府の資金は、約10年間、地方政府に無償資金として提供され、1987年からは環境保護庁（EPA）が予算化した州回転資金基金（State Revolving Fund：SRF）を通じて、水道や下水道施設に対する整備としての融資に変更され、現在に至っている<sup>(2)(3)(4)</sup>。

現在では多くの国民の水道と下水道は、公営の事業体が主流であるが、現在でも民営の事業体から給水を受けている国民は約11%である。村落部の水道整備は官民共同で行われている。約15%の国民（4,350万人）は、公営の水道からの給水ではなく個人の所有している井戸水を使用している<sup>(5)(6)(7)(8)</sup>。

アメリカ合衆国の水使用量は、中央ヨーロッパ諸国の水使用量と比べると2倍以上で、さらに、その水使用量は州によって若干異なる。また、2007年の平均的な家庭での下水道も含めた水道料金は474ドル（約4万円）で<sup>(9)</sup>、これは欧州の国々とほぼ同じである。

さらに、アメリカ合衆国の国民の中間層で水道料金が占める家計費の割合は約1.1%である<sup>(10)</sup>。水道水源を河川表流水に依存しているコミュニティでは、約66%の国民は渇水の影響を受けているという報告がある<sup>(11)</sup>。

国内における上下水道事業に対して影響を及ぼす課題は、渇水、水質汚濁、水質規制に対処するための浄水施設の整備資金、貧困地域に対する水道整備、急速な退職者に対する新たな人材確保などで、近年は気候変動による異常気象による渇水や洪水などが上下水道事業でも支障を及ぼしてきている<sup>(12)(13)</sup>。

#### （1）1948年以前の水道整備事業

1840年代及び1850年代、国内の大都市では、前述したように水源として河川表流水や湖水を取水して水系伝染病と汚染した水との関連が明らかにされるまでは処理しないで、原水のまま水道管で配水されていた。

1842年にニューヨーク市は国内で初めて水道水源を市外のWestchester郡のCroton河から取水したのである<sup>(14)</sup>。また、1842年には、シカゴ市が国内で最初の近代的な浄水場を築造した。その原水はミシガン湖面から約150フィートの深さの湖水であった<sup>(15)</sup>。さらに、1848年には、ボストン市が以前はジャマイカ池から木管で市内に配水していたが、ジャマイカ池は汚染と貯水

(参 考)

### John Snow博士のコレラ調査結果

John Snow博士は、19世紀にロンドンにいたお医者さんで、コレラの発生源を疫学的に調査して、感染の拡大を食い止めた人である。疫学は、彼に始まるとも言われているくらいである。この当時、ロンドンの下町などは衛生状態がすごく悪く、劣悪な住宅環境で、一つの社会問題ないし環境問題でもあった。そういう時に発生したコレラであるが、この頃はまだコレラ菌は発見されておらず、博士は、社会調査的な手法で、コレラの発生源が、飲み水として利用されている井戸水だとつきとめたのである。その時期は1788年である。当時、ロンドンには、至る所に井戸が掘られていて、ポンプで汲み上げて使われ、同時に、汚物などの下水も、道端とか側溝に垂れ流し状態だったので、そういう廃水が井戸水に侵入し汚染したらしいのである。テムズ川から取水する上水道もあったようであるが、そのテムズ川ものすごく汚濁されていたのである。とにかく、下水道と上水道をはっきり分離する対策が必要だったのである。日本では19世紀になってコレラが流行したが、明治期に近代的な上水道建設の要望が出てきたのは、コレラ発生のためだったようである。産業革命を経て、近代的な都市ができてくるにしたがって、こういう都市環境の問題も起きるようになった。

図は、コレラの死者状況をプロットしたものである。黒点は死者で、その分布から規則的なパターンが読み取れる。博士は、コレラの原因がブロード街の中央にある手押し井戸であると判断した。手押し井戸レバーを取り外すことでコレラが収束した。その後の調査によると肥料に用いるために備え付けられていた汚水溜めに1854年8月末に最初の患者の糞便が混入したこと、汚水溜めと問題の井戸が90cmしか離れていなかったことがわかった。



図 コレラによる死者の状況

容量不足から新たに水道水源を見つけなければならなくなり、ようやく1848年に導水システムの建設に着手。サドベリー川の支流湖であるCochituate Cochituate導水路を通じて市の配水系統であるBrookline貯水池に導水された<sup>(16)</sup>。さらに、当時、ワシントンDCでは、ポトマック川に水を導水するために、ワシントン導水路の建設も開始された。

一方、1854年にJohn Snow博士は、コレラ患者が多数発生した地区にて患者発生状況の調査を行い、ある井戸が汚染源と推測して調査を行い「汚染された井戸水を飲んでいる人は罹る」と結論した。行政がこれに従い問題の井戸を封鎖したために流行の蔓延を防ぐことが出来た。博士の研究成果の結果として、市民に給水する前に砂ろ過と塩素消毒の浄水処理工程を組み込んだりするいくつかの都市があった。また、それらの都市では下水道整備も行われ出した<sup>(17)</sup>。その結果、コレラやチフスなどの水系伝染病の発生率が急速に減少した。浄水処理も人口の増加と水需要の増加に対処するために緩速砂ろ過処理から、次第に急速砂ろ過処理で処理される都市浄水場が増えてきた。乾燥した西部地域では水資源が乏しく、ロサンゼルス市などの大都市では産業の発展で急増する水需要に対処するために遠く離れたところから原水を導水してくる大規模な工事も開始した。最も壮大な事例は、ロサンゼルス市が1905年～1913年に築造した約375kmの導水供給事業である。

## （2）1948年以前の下水道整備事業

アメリカ合衆国では、最初の下水道システムの多くは雨水と汚水の両方を処理する合流式下水道として建設された。しかしな

がら、まったく処理されないで河川、湖水、そして海に放流されていたのである。分流式下水処理方式ではなく合流式下水処理方式が選択された主たる理由は合流式の方が、建設費が安いからである。

最初の大規模な下水道システムはアメリカ合衆国では1850年代の後半にシカゴ市とブルックリン市で築造され、その後、米国の主要都市で実施された<sup>(1)</sup>。

多くの下水処理施設は19世紀後半でも合流式で建設された。米国では1892年時点で下水処理されていたのは27都市だけであった。これら27都市のうち26都市は分流式下水処理であった。合流式下水処理は放流先である河川、湖、海が希釈や自浄能力があることで採用されているのである<sup>(1)</sup>。20世紀初頭になって、下水処理施設の建設は公衆衛生の観点から必要であることから、分流式下水処理方式で下水処理場が建設されるようになった<sup>(1)</sup>。下水処理された排水は、通常、河川や湖に放出されていたが、1932年に国内で初の廃水の再使用施設がサンフランシスコのゴールデン・ゲート・パークで灌漑用として導入された。

## （3）1948年以後、上下水道整備事業に連邦政府が介入

20世紀の前半では、水道事業と下水道事業の整備は州政府の規制で地方政府の責務で対応しなければならなかった。最初に連邦政府が飲料水基準を実施したのは1893年の各州間の検疫停船法（Interstate Quarantine Act）に基づいて1912年に施行された連邦政府の飲料水規制である。

連邦政府は、1948年の連邦政府の水汚染防止法（EWPCA）の施行で、州政府と地方政府で下水インフラ整備事業に対して連

邦政府が計画、設計、調査研究、財政援助することになり、1965年には統一した飲料水水質基準が設定され、連邦政府が水質汚染制御管理を行うことができなかった権限を確立するように法改正された<sup>(1)</sup>。

水道と下水道に対する包括的な連邦政府の規制は、1970年代で、1970年に環境保護庁（EPA）が発足した。さらに、1972年には、淡水源の汚染を制限するために、「水質汚染防止法」が発足した。1974年に「安全飲料水法」が公共水道の規制のために施行された。この法律では、厳密に監視しなければならない多くの汚染物質が規制され、住民に汚染物質が許容濃度を超える場合には広報する必要があるようにした。それ以後、給水されている水道水は連邦政府、州政府、および市町村によって監視されるようになった<sup>(17)</sup>。

「法」は1985年まですべての水汚染を解消するために前例のない目標を設定し、調査研究と無償資金で建設のために24億6千万ドル（約2,200億円）という巨額の資金が投資された。しかし、1977年の「水質汚染防止法」の改正ではコミュニティは、

従来の一元的な下水道システムの代替を検討するために必要な金融支援を可能にした。1990年半ばには、米国人口の約25%とニュータウンの約37%が分流式の下水処理方式になった<sup>(18)</sup>。

連邦政府と地方自治体との間には、廃水処理レベルで不一致が起こったりした。その典型的な例が1980年代後半に、サンディエゴ市とEPAがポイント・ロマ下水処理場の処理の件であった。EPAは2次処理することであったが、市は高度処理を主張して、最終的にはEPAが1995年に市のユニークな環境状況を考慮して2次処理は免除され勝訴したのである<sup>(19)</sup>。

1987年に連邦政府は、水質汚染防止法を改定し、無償資金で下水処理場の建設する法案は廃止され、EPAが予算化した州回転資金基金（CWSRF）を使用して下水道施設を整備することになった。新たな課題は、EPAが1994年に施行した合流式下水処理に対する対応である。1997年に連邦議会は回転資金を水道整備に適用できるように法改正された。

（次号へ続く）

#### （参考文献）

1. Steven J. Burian, Stephan J. Nix, Robert E. Pitt, and S. Rocky Durrans: Urban Wastewater Management in the United States: Past, Present, and Future, in: Journal of Urban Technology, 2000, Volume 7, Number 3, pages 33-62. Retrieved July 26, 2010.
2. Food & Water Watch (2007), "The Clean Water State Revolving Fund" (<http://www.foodandwaterwatch.org/water/trust-fund/clearwaters/the-clean-water-state-revolving-fund>) Retrieved 2009-03-04.
3. Food & Water Watch (2007). "Clear Waters". <http://www.foodandwaterwatch.org/water/trust-fund/clear-waters>. Retrieved 3-04-2009.
4. Food & Water Watch (2007). "Annual Funding for Clean Water". <http://www.foodandwaterwatch.org/water/trust-fund/state-revolving-funds>. Retrieved 3-04-2009.
5. U.S. Environmental Protection Agency (2002). "Drinking Water from Household Wells". <http://www.epa.gov/OGWDW/privatewells/booklet/>. Retrieved 2010-09-19.
6. United States Geological Survey (2005). "Estimated Use of Water in the United States in 2000:

- Domestic Supply”.  
<http://pubs.usgs.gov/circ/2004/circ1268/htdocs/text-do.html>. Retrieved 3-04-09
7. United States Geological Survey (2005). “Estimated Use of Water in the United States in 2000: Domestic Supply”.  
<http://pubs.usgs.gov/circ/2004/circ1268/htdocs/text-do.html>.  
Retrieved 3-04-09. Other major water uses in the U.S. are irrigation and industries.
  8. Environmental Protection Agency (2002). “Drinking Water from Household Wells” (<http://www.epa.gov/OGWDW/privatewells/booklets/>)
  9. U.S. Environmental Protection Agency. “Water on Tap: What You Need to Know” (PDF).  
[http://www.epa.gov/safewater/wot/pdfs/book\\_waterontap\\_full.pdf](http://www.epa.gov/safewater/wot/pdfs/book_waterontap_full.pdf). Retrieved 2009-02-28., p. 11;  
quoting: U.S. Environmental Protection Agency (April 2003). *Investing in America’s Water Infrastructure. Keynote Address by G. Tracy Mehan III to the Schwab Capital Markets’ Global Water Conference*. Washington, DC.  
<http://water.epa.gov/aboutow/leaders/speeches/>. Retrieved 2009-03-22.
  10. Calculated based on a median household income of \$42,409 in 2002, as quoted by U.S. Census Bureau (2007). “Mean Income: 1975 to 2007”.  
<http://www.census.gov/hhes/www/income/histinc/h06AR.html>. Retrieved 2009-02-28.
  11. U.S. Environmental Protection Agency (2003). “Water on Tap: What You Need to Know”.  
[http://www.epa.gov/safewater/wot/pdfs/book\\_waterontap\\_full.pdf](http://www.epa.gov/safewater/wot/pdfs/book_waterontap_full.pdf). Retrieved 2009-02-23., p. 11
  12. American Metropolitan Water Association (December 2007). “Implications of Climate Change for Urban Water Utilities - Main Report” (PDF).  
[http://www.amwa.net/galleries/climate-change/AMWA\\_Climate\\_Change\\_Paper\\_12.13.07.pdf](http://www.amwa.net/galleries/climate-change/AMWA_Climate_Change_Paper_12.13.07.pdf).  
Retrieved 2009-02-26.
  13. [National Academies’ Water Information Center] . “Drinking Water Basics”.  
[http://water.nationalacademies.org/basics\\_part\\_3.shtml](http://water.nationalacademies.org/basics_part_3.shtml). Retrieved 2009-02-26
  14. New York City Environmental Protection:History of New York City’s Water Supply System.  
Retrieved July 26, 2010.
  15. City of Chicago Water Department:Water History. Retrieved July 26, 2010.
  16. Massachusetts Water Resources Authority:Metropolitan Boston’s Water System History. Retrieved July 26, 2010.
  17. RandomHistory.com:Clean Water For All:A History of Drinking Water Treatment. Retrieved July 26, 2010.
  18. Environmental Protection Agency:Response to Congress on Use of Decentralized Wastewater, 1997.  
Retrieved July 26, 2010.
  19. Environmental Protection Agency:U.S. EPA Advances Wastewater Treatment Waiver For San Diego, 6 December 1995. Retrieved July 26, 2010.