

# 上水道・下水道

## 1. 上水道

合 田 健\*

### 1. 社会における水道の位置

上水道は、人間が水資源利用の一環としてもつ社会資本の一種であるが、本来目的としていたのは飲料水の供給であって、消火とか街路散水、あるいは修景などの用途は、都市環境の変化に応じて後から加わったつけ足し的なものである。しかし、現実にもそうした飲用以外の用途が大きなシェアとして存在するいま、上水道に要求される基本的な事項は、① 量的な豊富さ、② 質的な清潔さ、③ 価格の安さ、の3要素であるとして、誰も疑いをはさまないようになった。つまり、上記の3要素は、近代的水道が具備すべき条件と認識されている。このことを裏返してみるなら、井戸に頼っている農家のように、水道によらなくとも、自前で上記3要求を満たすことができれば、その「私設水道」利用者は何ら痛痒を感じないわけで、そこへ都市水道が施設を拡張し、手をさしのべても、別に高い水を買うことはない、という生活意識が存在する。それに対し、水道事業経営者なり国の当局はそういう水は衛生的に危険だから、公共の水道に切りかえなさい、と呼びかけるのが普通である。このような状態は日本のみならず欧米諸国でいまでも続いている。

水道の社会性を論ずる場合、それはその国の都市活動と必ず密接な関係にあり、また、環境衛生条件と切り離しては考えられない。都市活動や環境衛生がさほど問題にならず、しかも、欲しい水が欲しいときに得られるところでは、それで生活に支障はないし、文化性も別に損なわれない。

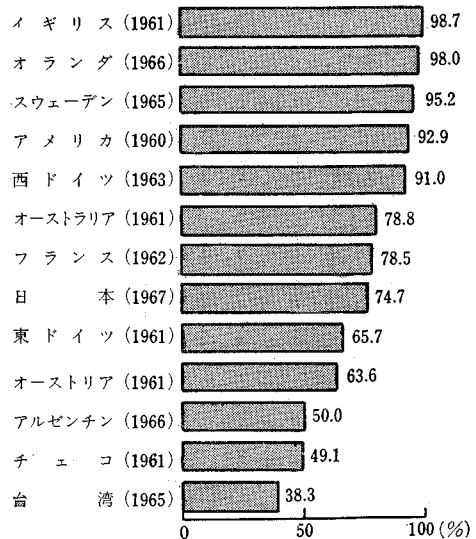
\*正会員 工博 京都大学教授 工学部衛生工学科

公共施設としての水道の地位が特に高いのは、大都市のように環境条件の劣化の恐れが強く、しかも市民が文化的生活を営む欲求が強い場合である。このように水道の社会的地位は固定的なものではなく、地域差および生活生産形態による評価の差がある。

### 2. 事業としての水道

水道供給者は直接間接市民の願望を基盤としながら事業を推進するので、水道に対する必要性の認識度は何らかの形で事業実績に反映されるといえる。水道は文化的生活レベルの尺度といわれるのもそのため、まず従来の実績に注目するのが水道事業を総括的に把握する上で最も効果的であろう。図-1<sup>1)</sup>は各国における水道普及率を表示したもので、世界的にみれば欧米などの都市活

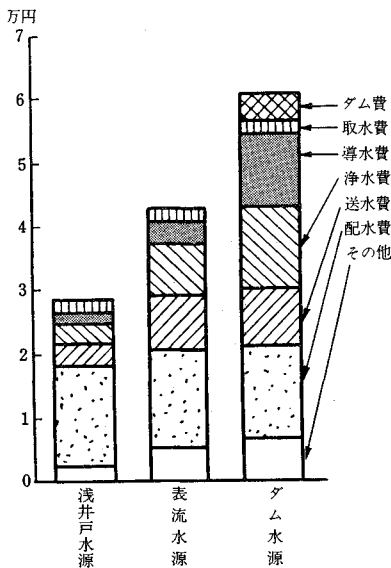
図-1 各国水道普及率



動の激しい地域に高率の普及を認め得る。ただ、たとえ生活レベルが高くても、アメリカのように面積の広大な国では、第一次産業の合理化が進むと、都市活動とは別個の形態で生活基盤が定着するので都市のような形態の水道の普及度にはおのずから限界がある。水道事業はガス、電気あるいは郵便などと同様に公共性が強く、多額の固定資本を要する上に、自由競争に委ねられると、資

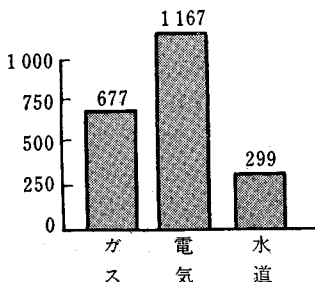
本投下の重複，料金の高額化，サービス低下など公益性に反する結果を招き易いので，予算の承認，執行等につき市議会などから種々の制約を受ける。同時に独占的性格を持つので，認可制度が制定されている上に水道法により，事業主に対し種々の義務が課せられている<sup>2)</sup>。いま一つ重要なことは，水道事業が公企業としての独立採算性を要求されることである。したがって，健全で合理的な水道経営としては，公共性と採算性という一見相反する2面を同時に追求することになる。経営問題に限らず水道事業における多くの問題がこの相反する2条件をみたそうとするとところに起因するので，多くの場合，国がいろいろな形で助成策をとらざるを得なくなっている。施設建設にあたり補助金あるいは長期低利資金の貸出しなどを行なうことが多い。なお，参考のために施設建設単価を 図-2<sup>3)</sup> に示しておく。一方，採算性を問う以上，水道料金をいかに決定するかが重要である。料金は公営企業としての原則により定められるのであるが，公益性の性格および独占の経営が保障されているという理由で，

図-2 水道施設の建設単価  
(m<sup>3</sup>/day 当り)



政府機関により統制され得るようになってい  
る。図-3<sup>3)</sup>は，料金を他の公益事業と比較したものである。以上のように水道事業は安全性と採算性，さらに助成と統制という基本的制約をかかえているわけで，この制約が経

図-3 1世帯1カ月当りの料金比較  
(昭和42年度・都市世帯)

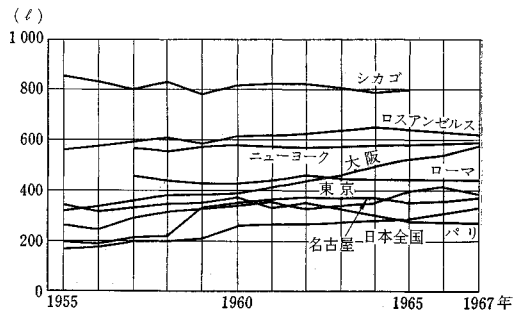


営のみならず技術的問題にも当然波及してくる。そういう意味で，先行きの容易ならざる事業といえよう。

### 3. 消費者からみた水道

先にも述べたように，水道事業者は，消費者の願望を積極的に反映していく必要があるので，業務機構上種々対使用者窓口を開き消費者との接触に努めている。しかし，消費者意識は間接的ながら需要実績に表われるところから，必ずしも直接消費者と接しなくても，ある程度の傾向を把握できる。一般に，総需要実績を総消費者に配分し，平均的に1人1日当り需要量として表現することが多く，その値は消費者の生活様式，生活レベルなどが総括的に反映されるといわれる。図-4はその一例を

図-4 1人1日当り平均給水量

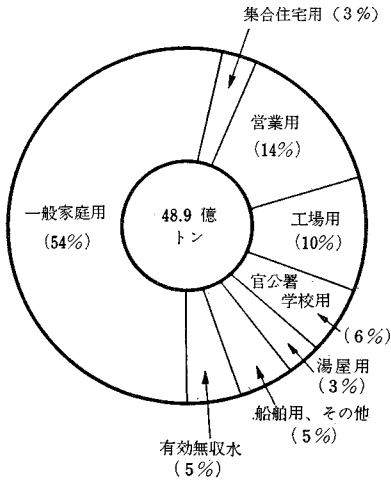


示す。近年，この1人1日当り水量を多角的に分析し市民の水消費行動に言及したり，消費者のもつ水の価値感を分析する研究が出現している<sup>3)4)</sup>。たとえば，水道料金が値上げされた時点での1人1日当り水量の変化から，消費者の公共水道への意識，水の価値感が定量化されたりする。アメリカでも芝生への水道水の散水率は，水の豊富な東部諸州と水の少ない西部諸州とでは明らかに差があるという。従来，公共事業という名のもとに，比較的あいまいにされてきた公共水道の使命もこの種の研究を通じて徐々に明らかにされていくものと思われる。また，同様の意味で，水質に関する消費者意識も重要で，いわゆる水質への安心感を保持しなければならない。この点については，筆者自身が水道協会雑誌<sup>5)</sup>に詳しい分析をしているので，ここでは省略する。要は市民側からの給水に対する実質的安全性の要求が加速度的に高くなってきている，ということである。ただし，このような水量，水質に関する市民意識はまだ顕著に数量的に分析されたわけではない。しかし，いずれ水道事業者はこういった意識を事業に反映する時期がくるものと思われるので，その時に水道事業は近代化へ大きく脱皮せざるを得ないのではないか。その時点で，原則として経済性は水質の安全性に従属することはいうまでもない。

#### 4. 水道の機能

水道の現状は、以上述べてきたように多くの難問といくつかの発展性をともに包含した形で一応の安定をみている。この安定の中で、水道は社会に対していかなる機能を発揮しているかを 図-5 によって示す。

図-5 昭和 42 年度全国上水使用量内訳



全国平均的に約 60% を占める家庭用は、さらに飲料用、炊事用、風呂用、洗濯用、散水用など多岐にわたる生活行動に直結するので、生活様式の変化に応じて消費水量が変化することになる。さて、ここで注目すべきは工場用家庭用などの各用途に加え飲料用、風呂用などの各種用途でそれぞれ必要とする水質に差異があることである。従来、水道は水質上飲料用途を対象としてきたので、他のあらゆる用途に対してもほぼ十分安全な水質であり、しかもそれが当然のことであるかのように考えられてきた。公共水道として要求される安全性を特に重視した結果によるものであるが、近年その最適性、合理性が再検討され、過剰性とか不経済性があるのではないかと疑問が抱かれ始めている<sup>9)</sup>。水圧についても同様の疑問が生ずる一方、建物の高層化に伴う所要水圧の増大の要求がある。現状では高層建築への給水水圧を私的なものとして一応切り離し、各建物にまかせている。こうした過剰性や不経済性と、保障されるべき安全性の内容の高度化とをあわせ考えるとき、その打開策の一つが用途別給水への指向といえよう。

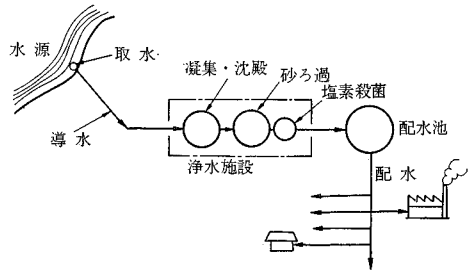
さて、水道は上述各種用途のほか防火用あるいは修景用としても重要な役割を担っている。特に前者は短時間に多量の水を集中的に消費するので、その頻度の割には水量に重大な影響をおよぼす。一方、修景用は噴水などとして市民生活に潤いを与え、欠くことのできないものとなっている。量的には 図-6 中の有効無取水 5% 内

に包含されるので、あまり大きな問題はない。

#### 5. 技術的特徴

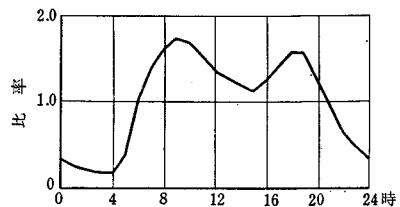
水道は、これまでに述べてきたように、公共事業の特殊性に加えて、人間の健康に直接関連することと企業上の合理性まで満たすという根本的難問をかかえているので、その特殊性が個々の技術課題の解法に何らかの形で反映されている。原則的に浄水は薬品沈殿、ろ過、殺菌のプロセスを経るが、このプロセスの必然性を求めるとすればそれは原水質を物理的にも、化学的にも、また生物学的にもかえることを意図しているからにほかならない。ただし、それでいつも十分かどうかは大いに問題のあるところである。今日最も一般的な浄・給水のプロセスは、図-6 に示すように水源から取水した原水を化学

図-6 一般給水プロセス



薬品の添加により、フロックを形成し原水中の濁質の沈降性を増大し、2~4 時間かけて物理的に沈殿除去する。残った微細粒子をさらに 120~180 m/日 の速度でろ過除去する。その間溶解性物質も吸着などによりある程度除去される。細菌あるいは病原菌の殺菌のために塩素を注入し、原則的には配水中にも常に塩素を残留させ、途中の生物学的汚染にも対処している。一方、一般都市における水の消費量は 図-7 に示すように大幅に変動す

図-7 配水量の時間変化



るので、できれば浄化による水の生産率も量的に刻々需要に応じたものとする方向に向うかも知れない。しかし、従来浄水施設を動的に運用すれば、水質の安全性を保証しがたいとの懸念が強かった。このことが、結果的に貯水を目的とした巨大な配水池を伴う定常運転としてあらわれている。配水池の建設費はかなり高額につく。この辺にも不経済性を残しているが、要はこのシステムを動的に運用した場合の水質保証と配水池費用との相対

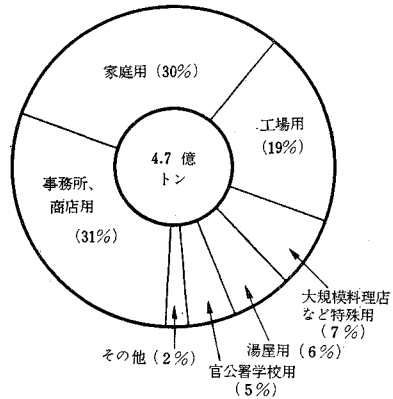
的評価に帰せられよう。この点、配水池に限らずあらゆる水道技術に共通する問題であり、特徴でもある。また周知の通り、水道施設はコンクリート構造物、配管などいわゆる大型土木構造物の占める位置が大きい。したがって、その新設あるいは拡張には巨額の経費を必要とするところから、国から資金面の助成を受けることが多い。ひいては水道技術が資金上の制約を受けたり、国策を反映することも少なくない。たとえば、施設の細分化あるいは施設様式の画一化などである。以上述べてきたような水道事業の特質は、当然維持管理面にもあらわれている。節水をしいたり、断水を招いたり、水に臭気あるいは色が着くものなら、その理由にかかわらず市民からの批判は強いが、それにもかかわらず管理資金上の制約は一般に非常に強い。近年、各都市は水道管理にコンピューターを導入し、水道経営、管理の合理化に乗り出している。しかし水道事業における公共性をふまえ、そこでの安全性と企業性の位置づけを社会的に明確にしない限り、いかにコンピューターを導入しても、水道の積極的合理化に活用するには道は遠い。

## 6. 新しい課題

以上のまとめとして一つの問題を提起しておきたい。

図-8 は極端な一例として大阪市における水道の用途を表わし、家庭用は単に 30% にとどまる。水道の公共性の問題、安全性の問題、さらに企業性の問題など、新しい水道の課題を多く考えさせられる。単に水道関係者とどまらず、全国技術者さらには市民を含め積極的に新しい水道のあり方を考え直してみる時期に至っているの

図-8 昭和 43 年度大阪市上水使用量内訳



ではないだろうか。終りに、本文を草するにあたり、厚生省水道課、および京都大学助教授 住友 恒氏に種々ご援助を得たことを深謝する。

## 参考文献

- 1) 日本水道協会：日本の水道，1969
- 2) 全国簡易水道協会：水道ハンドブック（経営編），1969
- 3) C.W. Howe, F.P. Linaweaver: The Impact of Price on Residential Water Demand and Its Relation to System Design and Price Structure, Water Resources Research, 3,1, 1967
- 4) 住友 恒：都市における上水需要量の変動特性について，土木学会論文集，No. 158, 1968
- 5) 合田 健：上水管理に関する問題の提起と分析(II)，水道協会雑誌 422, 5~10, 1969
- 6) 末石富太郎：用途別給水計画，日本水道協会，第 18 回全国水道研究発表会講演集，1967

## ▶ 特集用語解説 / 2

### 三次処理

単純沈殿などの簡易処理を一次処理、生物処理（活性汚泥法、散水ろ床法など）を二次処理という慣例から、さらに高度の処理を行なう処理を三次処理（Tertiary Treatment）といい、浮遊物除去、有機物除去（活性炭を用いる方法など）、栄養塩（窒素・磷）の除去などが世界各国で研究中である。三次処理は、まだ研究の段階であるとはいえ、増大する水需要、増加する汚濁負荷を考えれば、その実用化は、それほど遠くないと考えられる。

### ppm

100 万分の 1 を表わす単位で、重量と容量とがある。重量で水中 1 ppm の濃度では 1 mg/l, 1 g/m<sup>3</sup> となる。空気の場合は、容量で表わすことが多い。

### 生物濃縮

生物によってある物質が体内に蓄積・濃縮される現象で、一般にその濃縮する割合は濃縮係数で表わされる。ある物質の生物中の濃度と環境水中の濃度の比が濃縮係数（Concentration Factor）である。濃縮係数は、生物が環境と代謝によって動的平衡を保っているときの分配係数である。海産生物の場合、海水は pH, 化学組成も比較的一定なので、同種の生物について濃縮係数は地域的な差はないが、淡水中では環境の変動が大きいため、注意を要する。かきの銅、ホヤのバナジウムなどは有名である。海産生物の濃縮の例を下に示す。

区分	海 藻	無脊椎動物	魚
水 銀 (Hg)	10— 30	5000— 8700	1300— 5300
鉄 (Fe)	100—45000	13—78000	0.05— 3000
亜 鉛 (Zn)	80—50000	0.05—40000	1.4—15500

注：岩波書店 科学 1968 年 12 月 p. 640 による。