

地域分散型浄水処理 システムの世界戦略

福田 章一*

今回筆者に与えられたテーマは「地域分散型浄水処理システムの世界戦略」であるが、アジアにおける飲料水事情の向上策の1つとして地下水を利用した「地域分散型上水道」の提案をすることでこれに替える。

筆者の会社は、国内で大規模事業所、例えば病院とか学校などで上水道水を大量に使用する事業所に「地下水を利用した自家用水道システム」を調査・設計・製作・施工・維持管理を含めて一括納入している。

この事業は、1997年に立ち上げて以来、水道ライフラインの確保、用水コスト削減への貢献が評価されて年々拡大しつつ今日に至っている。「自家用水道システム」は、国内の水道の区分では専用水道といわれるものであるが、関係者の間では「分散型上水道」あるいは「地域分散型上水道」として位置付けられるようになってきた。現在はいまだ国内向けを中心にして事業展開をしているが、海外、とくにアジア諸国からの問い合わせもあり、アジア諸国の上水道事情を考える時、「地域分散型上水道」あるいは「地下水を利用した地域分散型上水道」が、アジア諸国の水道事情の改善向上に役立つものと考え提案するしだいである。

1. アジアにおける上水道事情と改善提案

開発途上にあるアジア諸国においては、人口の増加、社会経済発展に伴う生活水準の向上により、生活用水の需要が増加する一方、世界情報の共有化による生活スタイルの変化で冷水飲用あるいは水道水直接飲用などの要求から上水道水質向上の必要性が高まっている。

水需要の増大に対して、アジアのみならず世界的に水資源の枯渇傾向が予測されている¹⁾。これは生活用水、工業用水、農業用水全般にわたる課題であり、河川水・湖沼水・地下水を含む伏流水・雨水・ダム水などの水源の適正な用途別使い分け、使用効率向上等々の課題が農業用水を中心として世界規模で幅広く、深く検討されるようになってきた²⁾。

本稿ではアジアの上水道について、水道水質の向上と上水道のあり方に着目して考察する。表1はアジア諸国の水道普及率についてインターネットから引用したものである³⁾。

この表は、世界の開発途上国の水道普及率を網羅したものからアジアの国の一部を取り出したものであるが、他の地域も概ね同じような傾向を示している。特定の国を除いては全国普及率は平均約73%であり、日本の96%に比べればいまだ低い。都市部は約81%で印象的には予想より高い。しかし自分の経験とインターネットの旅情報から各国の上水道事情を調べた限りでは、アジア諸国の都市部のホテルで水道水を飲用できるところはほとんどない。これは水の硬度の影響、塩素消毒の有無にもよっているが、おおよそ細菌と濁質において飲用に適さ

表1 アジア諸国の水道普及率 [%]

国名	全国普及率	都市部普及率	農村部普及率
中国	83	97	56
インドネシア	65	87	57
カンボジア	13	20	12
韓国	83	93	77
ラオス	51	—	—
マレーシア	89	100	86
シンガポール	100	100	—
インド	85	—	—
ミャンマー	60	78	50
パキスタン	62	85	56
対照：日本	96	—	—

* Shoichi FUKUDA ; (株)ウェルシイ 代表取締役
(Tel. 03-5640-2431)

ないことが原因である。

これらのアジア諸国の上水道の水質と普及率を向上させる手段については、日本からの援助でさまざまな取り組みがなされてきたと聞いている。例えば小島貞男先生の「研修・世界の水道」と題する論文で、従来、どのような援助・技術指導がなされてきたかを知ることができる⁴⁾。

小島貞男先生はこの論文シリーズで「二元給水」すなわち浄水場で消毒などの身体に悪影響がない程度に処理した水を配水し、その一部すなわち、飲用にする部分のみを家庭で再度ろ過して濁質を除去する方法について言及されている。この「二元給水」の解釈については、水源を2つ持つことを指す場合と上記の方法の場合の2つがあるが、本稿で述べる「分散型上水道」はまさに「二元給水」の考え方に立脚しており、開発途上国の上水道の普及率と水質向上に同時に貢献するものとして提案する。

2. 分散型上水道について

2-1. 分散型上水道とは

「分散型上水道」、「地域分散型上水道」は、わが国の上水道の今後の課題としても取り上げられるべきテーマであると考ええる。

わが国の水道は1,950カ所の上水道と8,790カ所の簡易水道および3,723の専用水道からなり、水道普及率は96.7%となっている。そしてその94.4%は上水道すなわち都市型の大規模浄水場からの送配水管による供給となっている⁵⁾。さらに、それらの浄水場では、水道水質向上の要請、水道水源水質の悪化に対応して、高度浄水技術を導入し、高い水質の水道水を供給している。

しかしながら、送配水管路の老朽化による送配水管経路内での上水の汚染が懸念され、(財)水道技術研究センターを中心にして、送配水管路内で汚染した浄水を再び浄化する技術開発(通称“Epoch” Project)の検討が行われてきた。

引き続き、老朽管路対策の次期 Project (ポスト

Epoch)⁶⁾が17年度から3年間の計画で予定されているが、せっかく浄水場で高度に処理されたわが国の水道水も蛇口では飲用水として不適のアジア諸国の水道水に近い水質になってしまう懸念がある。そこで、管路機能を補完するものとして「分散型上水道」、「地域分散型上水道」を近い将来に導入すべきと考える次第である。

さて「分散型上水道」、「地域分散型上水道」とはいかなるものであるか、大きく分けて3つのケースがある。これを表2に示す。

表2は、図1に示す土木学会 環境工学委員会 のシンポジウム資料⁷⁾に準拠して整理したものである。

表2 地域分散型上水道事例

ケース	システム	内 容
①	既存管路活用型	既存の管路から地域で取水して、地域で個別に浄化して配水するもの。老朽管路による汚染で劣化した水質を地域で個別に浄化処理して水道水として再配水する。
②	二元給水型	工業用水水道レベルに処理した水道水を地域で再処理(膜分離活用)後、短い管路で地域に再配水する。
③	地域分散型—小規模上水道	地域で地下水を水源として小規模の浄水場を作り、地域に配水する。

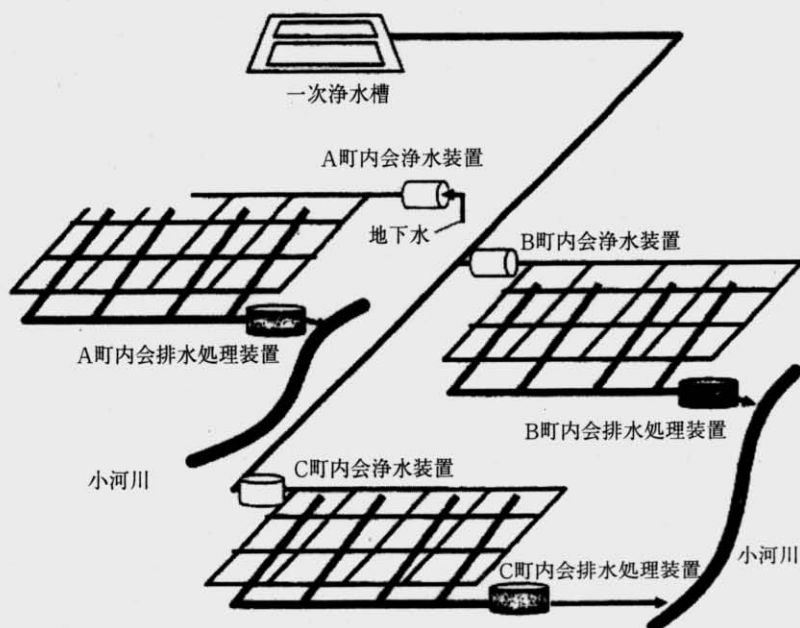


図1 地域分散型水道事例

(出典：土木学会 環境工学委員会 40周年記念シンポジウム「環境工学の新世紀」資料)

①は老朽化した、上水道管路から取水してB町、C町の町内会浄水処理装置で処理して町内各戸に配水する方式である。管路が破損して漏水が激しい場合以外は有効な方法になると考える。

この方式は、夢物語ではなく、すでに、これに近いことが中国の上海地区などの高級住宅団地、高級アパートなどで実施されている。これについては後で事例を説明する。

②は、これに似ているが一次浄水場の浄水のレベルを下げ、あるいは、逆に農薬などの微量有毒物質や有機物の除去を集中的に行い、地域あるいは事業所の浄水装置で高度処理あるいは除菌除濁の処理をして配水する方法である。例えば工業用水道を砂ろ過、MF（精密ろ過）膜、あるいはUF（限外ろ過）膜で処理して水道水質以上の水質の用水を得てビール、清涼飲料水、および薬品工業などの原料水とするのが前者の例で実用化されている。

③は、浄水場、管路と関係なく、地域で地下水を水源として小規模の浄水場を作り、地域に配水する「地域分散型小規模上水道」である。現行の簡易浄水場で実施されているが、従来のように水道が引けない山間地のみでなく今後、この方式を地下水水源が得られる地域に積極的に採用すべきであり、それが「地域分散型小規模上水道」である。私の会社が展開中の「地下水を利用した自家用水道システム」はこれにあたる。

一方、上水道の場合、日常の管理が不可欠であるが、これに常勤の管理人をつけることは経済的に不可能である。したがって、地域分散型の小規模上水道システムを実現するには、これらの小規模浄水施設を広域的あるいは統合的に管理する技術・システムの構築が必要になる。

これを可能にするものとして、従来の凝集沈殿ろ過工程による浄水工程に替えて膜分離技術を活用した新しい浄水工程技術開発すなわち「膜浄水技術開発研究」が厚生労働省の厚生科学研究として、財団法人水道技術研究センターを中心に産官学協同で実施された結果、遠隔管理可能な「膜浄水技術システム」が完成し、すでに多くの簡易浄水場に納入されていることは周知の通りである。私の会社の「地下水を水源とする自家用水道システム」においても、この「膜浄水技術システム」を基幹技術として取り入れており、現在450ヵ所以上の客先事業所で「地下水膜ろ過システム」として実証している。

2-2. 海外事例としての地域分散型水道（中国の分質給水の例）

次に、浄水場で処理した水道水を地域で再処理した後、短い管路で地域に再配水する方式の事例として中国において実施されている二元給水システム（中国呼称“分質給水”）を紹介する。これについてはすでに調査報告⁹⁾が出されており、詳細については中国からも出版されている⁹⁾。

筆者は2年前に中国 同済大学有限公司が上海の中級集合住宅（丹桂花園）に施工した二元給水を見学した。工程は大略、図2の通りで処理された水は従来の水道配管とは別の配管で各戸に給水されている。

中国の水道水は濁質、臭気などで生では飲めない状態である（水質データは割愛）。しかし、生活レベルの向上、健康意識の高まり、若者を中心とする冷水飲用の普及などを受けた中高級層生活者からの直接飲用の要求を背景にして、二元給水ビジネスが盛んになっていると聞いている。2年前にこれを見学した際、この会社だけで数百件の施工例があるとのことであった。

2-3. 地域分散型上水道のメリットと活用

地域分散型上水道の意義についてはすでに述べた。そのメリットの詳細は特定NPO法人「循環型社会研究会」の資料「表流水依存の大規模公共水道と地下水利用の小規模分散型水道の比較」に詳しく述べられている¹⁰⁾ので参照願いたい。

地域分散型上水道システムはわが国上水道の新設・更新に有用であることは2-1で述べたが、長大な管路の敷設によらず簡易な施設で、整備に掛かる資金が少なく済み、かつ管理が簡単であるなどの利点は、上水道施設をこれから整備するアジアの開発途上国でその効果を大きく発揮すると期待している。

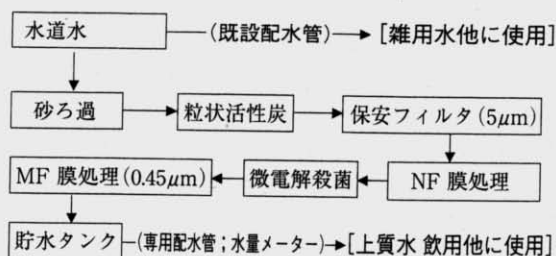


図2 中国二元給水システム（例）

3. 地下水を利用した自家用水道システム（わが国で実施中の地域分散型上水道のモデル）

3-1. システムの納入先と用途

このシステムの納入先は安全で、おいしい飲料水を安価に確保することを目的とする上水道水の大口需要者であるスーパー、スポーツクラブなどの企業から始まり、最近では、大病院が納入先のトップになり、次いで百貨店・JRの駅への納入が拡大している。これら最近の納入先の購入目的は、緊急時および渇水時のライフラインの確保に移ってきている。2005年4月末現在、450事業所に納入している。

3-2. システムの概要

図3で、システムの概要およびフローと安全性を中心に説明する。ここで取り上げたシステムフローは安全性を第一に設計されている。

取水源は不純物の少ない、安全で高品位の水を取水するために深井戸方式を採用している。この原水を浄水場と同じ処理工程である薬注・砂ろ過した後、水道用膜モジュールの認定を取っている阻止孔径

0.1 μm の精密ろ過膜で除菌・徐濁して、処理水タンクに貯留し、これを上水道の受水槽に送り、上水道水と混合して使用する。

つまり、地下水を原水として従来の浄水技術に、膜分離技術を組み合わせて、簡易なシステムで安全に飲料水を製造する自家用水道システムである。この他に井戸の遮水技術、残留塩素監視システムなど技術を使って安全性を確保している。

3-3. 水質（各種源水質への対応）

3年前の水道法の改正により、専用水道も一般水道並みの水質管理が必要になり、地下水利用自家用水道システムも50項目の水道法水質基準項目を月1回検査して、この水質の維持を常時監視している。現在、約450事業所に納入しているが、いずれの事業所においても原水水質如何によらず、処理水は水道法の水質基準をすべてクリアしている。

3-4. なぜ今、地下水か？

3-1で述べた分散型上水道の究極の形は、地域の地下水を水源とした③の地域分散型上水道であると考えられる。

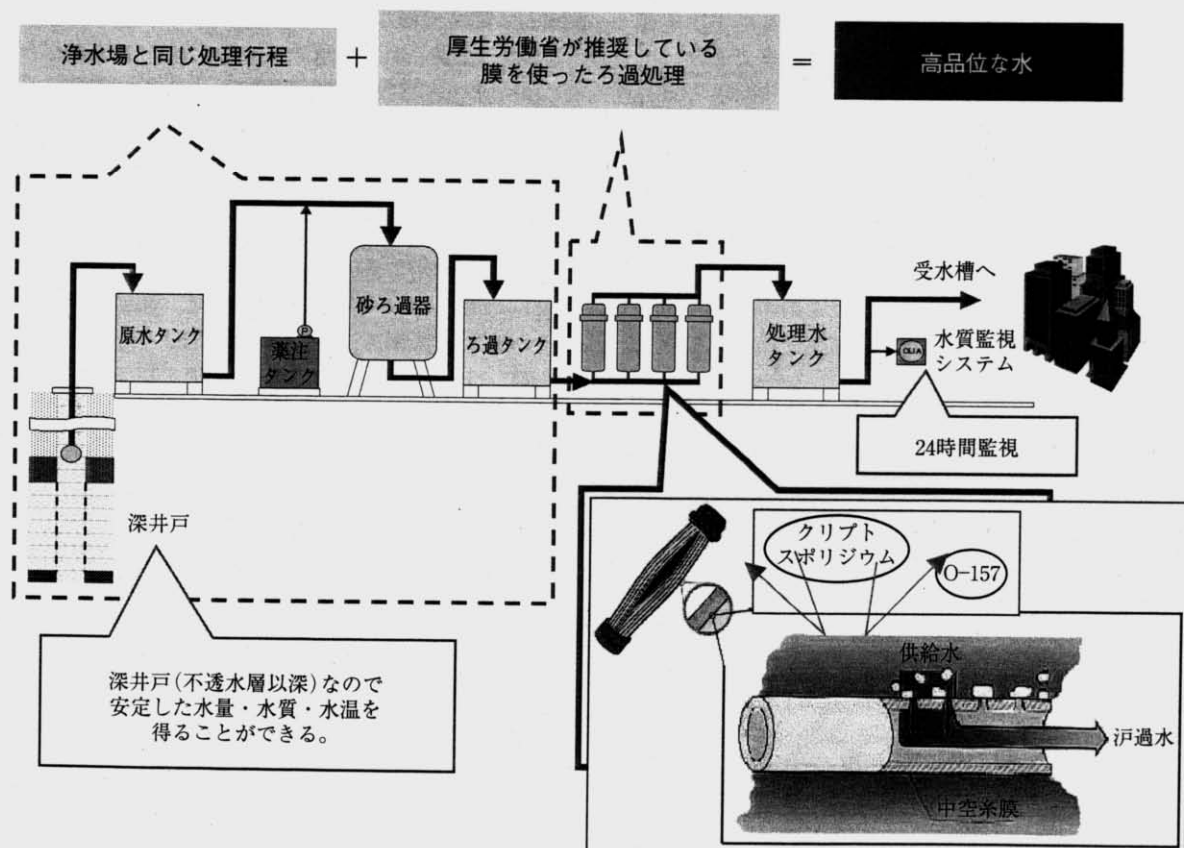


図3 地下水膜ろ過システムフロー

(財)水資源協会の「世界の水と日本」¹⁾によれば、地球上の淡水のうち地下水は圧倒的に大きな比率を占めており、湖水、河川、沼地の水合計の100倍以上であり、賦存量は10,530 km³ (105,300 億 m³)で、最も豊富な水源として位置付けられている。

世界で20億人が地下水を飲料水として使用しており、その使用量を250 l/d/人とすれば5億 m³/d、年間1,825 億 m³の地下水が飲料水として使用されていることになる。これは地下水賦存量の約1.7%であり、世界の地下水の年平均涵養量38,955 億 m³ (3,895.5 km³) からみれば、その約4.5%に過ぎず、地下水を飲用のみに使用すれば量的には毎年の涵養量で充分事足りる数字である。

しかしながら、地下水は地域的に偏在しており、かつ灌漑用などの農業用水、工業用水に使用される量が多く、世界的には水不足・地盤沈下の傾向が続いているといわれている。ちなみに日本の水道水源は、浅井戸、深井戸、伏流水を併せると計画取水量で年間63.7 億 m³であり、実際の給水量は年間約37 億 m³となっている。また、水道水源全体の22%強を地下水によっている⁵⁾。一方、日本の地下水年平均涵養量は1,850 億 m³ (185 km³)¹⁾であるから、上水道水の水のみを水源を考えると、地下水年平

均涵養量の約3.5%を使えば、水道水源をすべて地下水で賄える計算になる。つまり、日本でも世界でも、上水道水源水をすべて地下水としても、地盤沈下につながらず問題ないと考えられる。

「膜ろ過システム」を活用した「地下水による自家用水道システム」の事業実績からアジアの開発途上国の上水道事情向上改善策の1つとして「地域分散型上水道」採用について提案した。

参考文献

- 1) 第3回世界水フォーラム事務局監修「世界の水と日本」(2002年8月15日発行)
- 2) 「土の知」を語る Vol.3; 編集・発行 (財)日本農業土木総合研究所 (平成15年3月15日発行)
- 3) World Development Indicators 99, 世界銀行
- 4) 小島貞男:「研修・世界の水道」, 埼玉県水道時報, 第67号, p. 6~7 他
- 5) 平成13年度「水道統計」
- 6) (財)水道説明技術研究センター [次期プロジェクト会] 平成17年2月8日 資料
- 7) 土木学会環境工学委員会 40周年記念シンポジウム「環境工学の新世紀」資料
- 8) JOMA, Vol. 1, No. 1, p. 10~14, 2002年5月
- 9) 王 宝貞編著:「分質飲用水浄化技術」中国 科学出版社
- 10) NORD RESEARCH REPORT, Vol. 6, p. 66~

書評

『写真で見る日本の不法投棄等』

循環経済新聞編集部 編著

A5判・64頁 定価840円/発行 日報出版

わが国の産業廃棄物の年間排出量はおおよそ4,000万t、その中で約1%の約40万tが不法投棄されているといわれる。割合にすると微々たるものだが、不適正処理された産業廃棄物は、資金不足などの問題から数多くの現場で撤去が進まず、積み残されて残された廃棄物は全国で1,000万tを超える。これらの多く

が、崩落や有害物質の流出などの周辺環境への危険性が付きまとい、産業廃棄物に携わる人々はその処理に頭を悩ませている。

本書では、全国19ヵ所の産業廃棄物不法投棄・不適正処理現場の状況や周辺環境への影響、原状回復へ向けた取り組みなどを写真を中心に紹介する。本書を通じ、より多くの

読者に廃棄物の不法投棄・不適正処理に対する理解を深めていただければと思う。

